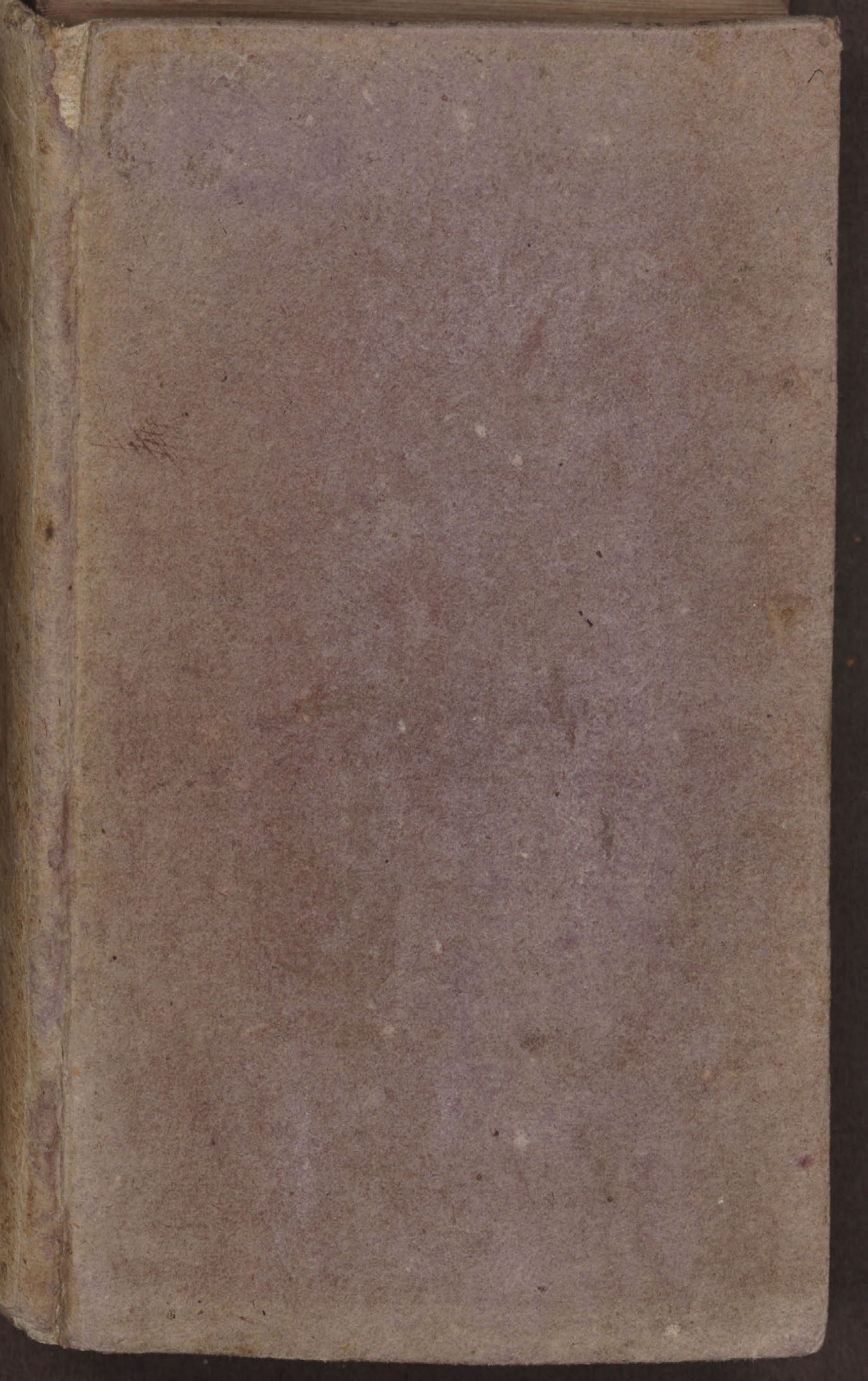


Zur Bibliothek der Gesellschaft gemeinnütziger preußischer theologischer Schriften gehörig

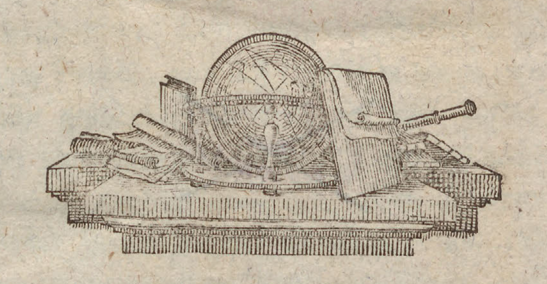
Fach IV. Zur Philosophie /

No 15. Um 10

Johann Elert Bode
Astronom der Königl. Preuß. Academie der Wissenschaften und Mitglied der Gesellschaft Naturforschender Freunde in Berlin.

Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde und den dazu gehörigen Wissenschaften.

Erster Theil.



Mit 10. Kupfertafeln.

Berlin, 1778.
Bey Christian Friedrich Himburg.



Vorrede.

Die nächste Veranlassung zur Ausgabe des gegenwärtigen Buchs sind astronomische Privatvorlesungen, die ich seit drey Jahren hieselbst in dem Winter halben Jahre für Liebhaber der Sternkunde gehalten habe. In den beyden ersten Jahren legte ich bey denselben des Herrn Schmids mit verdientem Beyfall aufgenommene Schrift von den Weltkörpern zum Grunde, und ließ inzwischen meine darüber geschriebene Anmerkungen und Zusätze, die unterdessen am Ende an Bogenzahl jener Schrift merklich übertrafen, heftweise unter meine Herren Zuhörer circuliren. Die sich hiebey vorfindenden Unbequemlichkeiten aber brachten mich vornemlich im vorigen Jahr zu den Entschluß, meine Vorlesungen dem Druck zu übergeben, um auch bey künftigen Vor-

 trägen

trägen einen meinem Endzweck besonders angemessenen Leitfaden zu haben. Anfangs ging mein Plan nicht weiter, als die astronomischen Wissenschaften aus meinen bereits geschriebenen Aufsätzen, mit Hinzufügung der in denselben fehlenden Lehren, ins Kurze gezogen, herauszugeben; allein in Rücksicht, daß auch außer meinen Herren Zuhörern andere hiesige und auswärtige Liebhaber diese Arbeit besser nutzen möchten, und daß überhaupt noch ein Buch in Deutschland zu fehlen scheint, worin die astronomischen Wissenschaften im Zusammenhange gemeinnützig vorgetragen werden, änderte ich bald meinen Entwurf, und suchte meinem Buche, durch Herbeyziehung aller mir wichtig vorkommenden Materien, eine größere Vollständigkeit und Brauchbarkeit zu geben.

Daß mein Versuch, die Ausbreitung astronomischer Kenntnisse nach meinem Vermögen zu befördern, nicht ganz überflüßig sey, davon bin ich schon zum öftern durch die Erfahrung belehrt worden. Unter allen

mensch-

menschlichen Wissenschaften behauptet, ohne alle Widerrede, die Sternkunde den ersten Rang, denn ihre Lehren sind die erhabensten und ihre Gegenstände die größten in der Natur; demohnerachtet ist dieselbe auch in unserm sonst wißbegierigen Jahrhundert noch nicht so allgemein bekannt, als sie wol ihrer Vortreflichkeit, und des mit ihrem Studio vergesellschafteten unerschöpflichen Vergnügens wegen, verdiente. Wie diese edle Wissenschaft unter andern zu einer der menschlichen Gesellschaft unentbehrlichen Erd- und Zeitkunde dient; wie weit es der Astronom in der hiezu nöthigen genauesten Bestimmung des Laufes jener entlegenen Himmelskörper gebracht hat; wie er die Gesetze ihrer Bewegung erfunden, und darnach ihre Erscheinungen lange im voraus berechnet; wie er ihre Größe, Entfernung und Beschaffenheit erforscht, und in den unbegränzten Gefilden des Weltraums die wichtigsten Entdeckungen gemacht hat. Dies einsehen zu lernen, ist sicherlich die darauf verwendete Mühe des Nachdenkens werth.

Und dann wird noch das Studium der Stern-
kunde dadurch sehr veredelt, daß der mensch-
liche Geist in der Anordnung und Schönheit
des großen Weltgebäudes, auf eine ganz über-
zeugende Art, die unläugbarsten Beweise vom
Daseyn eines allmächtigen und alles regieren-
den Schöpfers desselben findet; dies ist zu-
gleich ein Vorrecht der Sternwissenschaft,
wodurch dieselbe zur Würde der Religion er-
hoben wird.

Ich habe mich zu dem Ende bey der Aus-
arbeitung dieses Buchs bestens angelegen seyn
lassen, meinen astronomischen Freunden nütz-
lich zu werden. Der dieser Vorrede folgende,
nach den Abschnitten und Paragraphen einge-
richtete, Inhalt zeigt hinlänglich die Ordnung
und die Wahl der abgehandelten Materien,
und überhebt mich hier einer weitläuftigen Be-
schreibung desselben. Ueberhaupt liefert das
Buch in vierzehn Abschnitte, durch welche die
Paragraphen, zu mehrerer Bequemlichkeit des
Nachschlagens, ununterbrochen fortgehen, die
astronomischen Wissenschaften kürzlich ab-
gehan-

gehandelt. Ich rechne hier zu denselben: die Geometrie, imgleichen die ebene und sphärische Trigonometrie, als Vorbereitungswissenschaften. Ferner: die sphärische, theorische und physische Sternkunde selbst; die mathematische Erdbeschreibung; die Schiffahrt; die Gnomonik und die mathematische Chronologie. Ich wollte auch von der Einrichtung und den Gebrauch der astronomischen Instrumente reden; allein da diese Materie eigentlich nur den practischen Astronomen vorzüglich wichtig ist, auch bey aller Einschränkung noch einen starken Abschnitt und verschiedene Kupfertafeln erfordert hätte, so ließ ich selbiges für diesmal anstehen.

Uebrigens wird der Unterschied, in Ansehung des Plans und der Ausführung, zwischen diesem Lehrbuche der astronomischen Wissenschaften, und meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, (wovon gleichfalls diese Messe die vierte Auflage die Presse verläßt) sehr leicht zu erkennen seyn.

Vorrede.

Für Leser, die ich mir vorsetze, war es besonders nothwendig, allemal vom leichtern zum schwerern fortzuschreiten, und die faßlichsten Ausdrücke zu wählen. Ich konnte aber manche Wahrheiten nur historisch vortragen, und mußte ihre nähern Beweise der mündlichen Anweisung vorbehalten, bey andern suchte ich blos eine Ueberzeugung ihrer Möglichkeit zu verschaffen, und den Nutzen ihrer Anwendung zu zeigen, weswegen nicht durchaus die strengste mathematische Lehrart statt findet. In wie weit ich meinem Vortrage die nöthige Richtung gegeben, um Hoffnung haben zu können, meine Absichten zu erreichen, dies überlasse ich blos der gütigen Beurtheilung unpartheyischer und billig denkender Kenner, denen auch zugleich die Schwierigkeiten, welche sich bey Verfertigung eines astronomischen Lehrbuches von dieser Art vorfinden, nicht unbewußt sind. Nothwendig mußte ich hiebey verschiedene Werke anderer berühmter Astronomen und Mathematiker nutzen, ich habe aber manches,

so

so wie ich glaubte, daß es meinem Endzweck gemässer wäre, verändert vorgetragen.

Ich gedenke dieses Buch bey meinen künftigen mündlichen Vorträgen zum Grunde zu legen. Da selbiges aber wegen den darin vorkommenden mannigfaltigen Materien ziemlich angewachsen ist, so werde ich in den Stunden meiner halbjährigen Vorlesungen das Historische der astronomischen Wissenschaften nur kürzlich berühren, und meinen Herren Zuhörern zum eigenen Nachlesen empfehlen; die eigentlichen Lehrsätze derselben aber mit Zuziehung der beygefügten Kupfer vollständiger erläutern, noch manches nicht gesagte hinzufügen, und insbesondere bey Vorzeigung verschiedener Arten von Himmelscharten; Planisphären, Sternkegel, künstlichen Sphären, Globen, Zeichnungen, Modelle vom copernicanischen System und dessen einzelen Theilen ꝛc. alles so viel als möglich, durch sinnliche Vorstellungen begreiflicher zu machen suchen. Die practische Anweisung zur Kenntniß des Himmelslaufes und der Gestirne, imgleichen des-

 jenigen,

jenigen, was sich am Himmel durch Fern-
röhre Merkwürdiges zeigt, werde ich in hei-
tern Abendstunden vornehmen.

In der Erwartung, daß es vielleicht eini-
gen beym Gebrauch dieses Buchs bequem seyn
möchte, habe ich dasselbige in zwey Theile ein-
getheilt, nach welchen es auch in zween gleich
starken Bänden eingebunden werden kann.
Die erstern acht Abschnitte und 10 Kupferta-
feln gehören zum ersten, und die sechs letztern
Abschnitte und 8 Kupfer zum zweyten Bande.
Ich wünsche, zur Belohnung meiner Bemü-
hung nichts so sehr, als daß auch dieses Buch
den Freunden der Weltbeschreibung, die bis-
her meine Arbeiten mit unverdienten Beyfall
beehrt, willkommen seyn, und ihren Erwar-
tungen ein Genüge leisten möge. Berlin, den
4ten May 1778.



Inhalt.

Erster Theil.

Erster Abschnitt.

Grundsätze aus der Geometrie und beyden Trigonometrien von Seite 1 bis 21.

Zweyter Abschnitt.

Erscheinung des Weltgebäudes und künstliche Eintheilung der Himmelskugel von Seite 21 bis 55.

§. 71.

Inhalt.

Dritter Abschnitt.

Vom Ursprung der Sternbilder, ihre Beschreibung, Hülfsmittel sie kennen zu lernen, Gebrauch der Himmelskugeln rc. von Seite 56 bis 82.

Vierter

Inhalt.

Vierter Abschnitt.

Von der Sternen- und Sonnenzeit, Aufgaben aus der sphärischen Astronomie, Vorrückung der Tag- und Nachtgleichen, Refraction und Parallaxe von Seite 83 bis 115.

Fünfter Abschnitt.

Von der Figur und Größe der Erde, Abtheilungen ihrer Oberfläche rc. Lage und Bewegung im Weltraum von Seite 116 bis 153.

§. 273.

Sechster Abschnitt.

Vom Luftkreise, Erscheinungen desselben und optischen Betrügen beym Anblick des Himmels von Seite 154 bis 186.

Siebender Abschnitt.

Von der Einrichtung des Sonnensystems und Erklärung der Erscheinungen desselben ꝛc. von Seite 186 bis 233.

Inhalt.

Achter Abschnitt.

Ueber die Beschaffenheit, Entfernung, Größe ꝛc. der Sonne, Planeten und ihrer Monden von Seite 234 bis 321.

§. 415.

Inhalt.





Erster Abschnitt.

Grundsätze aus der Geometrie und beyden Trigonometrien.

Einige geometrische Wahrheiten.

§. 1.

In einem Circul fig. 1. heißt C der Mittelpunct; DAEGD der Umkreis (*Peripherie*); eine Linie wie CD, CA der Halbmesser (*Radius*); ED der Durchmesser (*Diameter*); DA, DB ist ein Bogen; FH eine Sehne (*Chorde*); endlich ist FGH ein Abschnitt (*Segment*) und BCA ein Ausschnitt (*Sector*) von der Circulfläche.

§. 2. Der Umkreis eines jeden Circuls, er mag noch so groß oder noch so klein seyn, wird willkührlich in 360 Theile oder Grade eingetheilt, welche Zahl sich durch viele andre ohne Bruch theilen läßt. Ein Grad hat 60 Minuten und eine Minute 60 Secunden, welche mit ° ′ ″ bezeichnet werden, so daß 32 Grad 16 Min. 20 Sec. geschrieben wird $32^{\circ}\ 16'\ 20''$. Die Grade werden in fig. 1. von D nach ABE herum gezählt.

§. 3. Ein Winkel ist die Neigung zweyer Linien gegen einander in dem Punct, wo beyde zusammen

kommen, wie in fig. 2. AC und BC in C, C heißt der Scheitel und AC, BC die Schenkel des Winkels. Er wird entweder durch drey Buchstaben, wovon der mittelste seinen Ort anzeigt, wie hier ACB, oder durch einen einzelnen Buchstab an seiner Spitze, oder in seiner Neigung, wie hier C oder n bemerkt. Sein Maaß ist ein Circulbogen or, der zwischen den Schenkeln als zween Halbmessern von C aus beschrieben worden. Die Entfernung dieses Bogens von C ist gleichgültig, weil zwar die Größe aber nicht die Anzahl der Grade in denselben mit dem weitern Abstande zunimmt. In fig. 3. schneiden die Linien CA und CS von den Umkreisen aller Circul gleich viele Grade ab, und diese zeigen das unveränderliche Maaß des Winkels o.

§. 4. Die Winkel erhalten nach der Neigung ihrer Schenkel dreyerley Benennungen. Steht der eine auf den andern senkrecht, wie in fig. 1. BC auf CD, oder in fig. 3. BC auf CS, so ist BCD und BCS ein rechter Winkel; er schließt den 4ten Theil vom Umkreise des Circuls ein und ist daher 90° groß. Ist die Neigung der Schenkel kleiner als 90°, so heißt der Winkel ein spitziger, und ist sie größer, ein stumpfer. In fig. 2 und 3. sind n und o spitzige und in fig. 3. ist DCS ein stumpfer Winkel.

§. 5. Nach den Winkeln werden auch die Dreyecke oder Triangel von einander unterschieden, denn es giebt: Rechtwinklichte, fig. 4. worin ein rechter Winkel r; Spitzwinklichte fig. 5. worin ein

ein jeder Winkel kleiner als 90° ist, und Stumpfwinklichte, fig. 6. worin ein stumpfer Winkel d vorkommt. Die beyden letztern werden auch schiefwinklichte Dreyecke genannt.

§. 6. Die Dreyecke sind ferner nach ihren Seiten, entweder, als ungleichseitig, fig. 4. 5. 6. oder gleichseitig, fig. 7. oder gleichschenklicht, worin nur zwey Seiten einander gleich sind, fig. 8. zu betrachten. Auch stehen allemal den größern Seiten die größern Winkel gegen über.

§. 7. Die Beschaffenheit der Winkel in einem Dreyeck giebt nur ein bestimmtes Kennzeichen ihrer Figur aber nicht ihrer Größe ab. Denn ungleich größere oder kleinere Seiten können in zweyen Dreyecken gleichen Winkeln zugehören. Um demnach ein gegebenes Dreyeck verzeichnen zu können, müssen nicht allein die Winkel, sondern wenigstens die Größe einer Seite bekannt seyn. Aus drey gegebenen Seiten; oder zween Winkeln, die zusammen kleiner als 180° sind, mit der Seite, welche zwischen beyden liegt; oder zween Seiten mit dem eingeschlossenen Winkel, wird nur ein einiges Dreyeck bestimmt. Wenn daher diese Stücke in zween Dreyecken mit einander übereinkommen, so sind die ganzen Dreyecke gleich und ähnlich, welches sich durch fig. 9. 10. 11. erklären läßt, wobey die gegebenen Seiten nach der Abtheilung eines gewissen Maaßstabes und die Winkel durch kleine Bögen, innerhalb welchen ihre Größe steht, bemerkt sind.

§. 8. Wenn, wie in fig. 12. eine gerade Linie ac auf eine andere AB in einem Punct C gefällt

wird, so heißen die Winkel m und n Nebenwinkel, deren Summe 180° austrägt, weil sie einen halben Circul einschließen, der sich von C aus über AaB beschreiben läßt. Ist daher m bekannt, so weiß man auch n, welcher 180°—m ist. Verticalwinkel entstehen, wenn die Schenkel eines Winkels im Scheitel beyderseits verlängert einander durchkreuzen, als in fig. 13. o, n und p, r. Diese Winkel sind einander gleich, nemlich es ist o=n und r=p.

§. 9. Parallellinien sind, welche wie in fig. 14. AB und CD keine Neigung gegen einander haben, sondern auch ohne Ende verlängert, beständig gleich weit von einander entfernt bleiben. Ihr Abstand mißt die auf beyden senkrecht stehende Linie or. Werden Parallellinien von einer andern Linie ab schief durchschnitten, so sind die Wechselwinkel x und y, m und n einander gleich; m+y tragen so wie x+n 180° aus.

§. 10. Alle Winkel eines ebenen Dreyecks fig. 15. onm machen zusammen 180°, und daher kann nicht mehr als ein rechter oder ein stumpfer Winkel in einem dieser Dreyecke vorkommen, die übrigen müssen spitzig seyn. Ist folglich in einem ungleichseitigen Dreyeck nur ein Winkel gegeben, so ist zugleich die Summe der übrigen; oder sind zwey Winkel gegeben, der dritte bekannt, denn o+m=180°—n und m=180°—n—o.

§. 11. Der äußere Winkel an einem Dreyeck ist allemal der Summe der beyden innern ihm entgegen-

gegenstehenden gleich, als in fig. 15. ist $x = o + m$; $y = n + o$; $z = n + m$.

§. 12. Der Winkel am Mittelpunct eines Circuls ist noch einmal so groß, als der Winkel am Umkreise, dessen Schenkel mit ihm einen gleich-großen Bogen vom Umkreise einschließen. In fig. 16. ist $x = 2y$, denn es hat x oder BCA den ganzen; y oder BDA aber nur den halben Bogen AB zu seinem Maaße.

§. 13. Außer den Dreyecken sind die Vierecke zu merken. Sie heißen Quadrate, wenn alle Winkel und Seiten gleich, mithin 4 rechte Winkel vorkommen, fig. 17. Rectanguli, von 4 rechten Winkeln, deren gegen über stehende Seiten aber nur einander gleich sind, fig. 18; Rauten, wenn vier gleiche Seiten unter schiefen oder spitzigen Winkeln, wovon die gegen über stehenden gleich sind, fig. 19. und länglichte Rauten, wenn nur zwo gegen über stehende Seiten unter eben so liegenden Winkeln vorkommen, fig. 20. Diese regelmäßigen Vierecke ABCD heißen überhaupt: Parallelogramme, weil darinn allemal zwey Seiten mit einander parallel liegen. Eine Linie wie AD heißt bey allen, die Diagonallinie, wodurch selbige in zwey gleiche Theile oder zween gleich großen Dreyecken getheilt werden.

§. 14. Der Flächen Innhalt eines Quadrats wird gefunden, wenn man die Abtheilung einer Seite desselben mit sich selbst multiplicirt und dabey die Fläche selbst als die Einheit betrachtet, wie fig. 21. zeigt. Der Flächen- oder Quadratinnhalt eines

Rectanguli ist eben so, das Product der Grundlinie in die Höhe, und wird demnach wie fig. 22. aus DC × DB gefunden. Steht das Parallelogramm schief, wie in fig. 20. so gilt dieselbe Regel, wenn AE als die Höhe gerechnet wird.

Anmerk. Daher heißt das Product von zwey gleichen Zahlen eine Quadratzahl, und die Zahl, woraus diese entsprungen, die Quadratwurzel.

§. 15. Da ein jedes Dreyeck die Hälfte von einem Parallelogramm ist, das mit ihm gleiche Grundlinie und Höhe hat (§. 13.) so wird dessen Quadratinnhalt durch die Hälfte des Products in die Höhe gefunden.

§. 16. Zwey Parallelogramme fig. 22. ABDC und EFDC, welche eine gleiche Grundlinie CD und einerley Höhe BD haben, sind einander dem Flächeninnhalt nach gleich, wenn auch, wie hier, das eine gerade und das andere schief steht, wie es die Figur deutlich vorstellt.

§. 17. Wenn man in einem rechtwinklichten Dreyeck, fig. 23. ACB an der größten Seite AB, die allemal dem rechten Winkel C gegen über liegt und die Hypothenuse genannt wird, ein Quadrat ABED aufrichtet, so ist dasselbe so groß als die zwey an den beyden übrigen Seiten AC und CB, welche Catheti heißen, angesetzten Quadraten ACGF und CHIB zusammen genommen, das heißt, mathematisch ausgedrückt $AB^2 = AC^2 + CB^2$ (die Zahl ^{2} zeigt nemlich das Quadrat an, oder daß AB, AC und CB mit sich selbst multiplicirt werden

den müssen) hieraus folgt auch, daß $AC^2 = AB^2 - CB^2$ und $CB^2 = AB^2 - AC^2$ sey, welches die Figur sinnlich darstellt.

Anmerk. Diese merkwürdige Eigenschaft eines rechtwinklichten Dreyecks hat Pythagoras erfunden.

§. 18. In ähnlichen Dreyecken, welche nemlich blos ihrer Größe oder Seiten nach von einander unterschieden sind, oder in welchen die ähnlich liegenden Winkel mit einander übereinkommen, haben die ähnlich liegenden Seiten je zwo und zwo genommen, einerley Verhältniß gegen einander. Als in fig. 24. sind abc und ABC zwey ähnliche Dreyecke, und es verhalten sich: $ab:bc = AB:BC$ $ab:ac = AB:AC$. Wird auf BA von B aus die Seite ba getragen, und dann von a mit AC eine Linie bis an BC parallel gezogen, so entsteht in dem Dreyeck ABC das ihm ähnliche kleinere abc. Eben so, wenn in einem jeden Dreyeck, wie in fig. 25. in einem rechtwinklichten, eine Linie mit eine der Seiten, wie hier ab mit AB parallel gezogen wird, so ist das kleinere Dreyeck Cba dem größern CBA ähnlich, und $Cb : ba = CB : BA$; $Ca : ab = CA : AB$; $Cb : Ca = CB : CA$ u. s. w.

§. 19. Aehnliche Dreyecke, Quadrate, Rectanguli rc. verhalten sich gegen einander, wie die Quadrate ihrer ähnlich liegenden Seiten, als in fig. 24. verhält sich die Fläche von abc zur Fläche von ABC wie $bc^2 : BC^2$ oder $ab^2 : AB^2$ rc. Dies läßt sich am leichtesten aus der 23. Figur erkennen, AFGC verhält sich zu ABED wie $GC^2 : BE^2$ also wie $4 \times 4 : 5 \times 5 = 16 : 25$.

§. 20. Einige andere geometrische Wahrheiten, werden in der Folge, da, wo sie ihre Anwendung finden, vorkommen. Die hier angezeigten mußten als eine Einleitung in die Dreyeckmessung voran gehen.

Einige der vornehmsten Begriffe der ebenen und sphärischen Dreyeckmessung, (Trigonometrie) vornehmlich wie sich solche auf die Astronomie beziehen, und daselbst anwendbar sind.

§. 21.

Um auch nur die Möglichkeit einzusehen, wie in der Sternkunde der scheinbare und wahre Lauf, die Entfernung und Größe der Himmelskörper nach richtigen Gründen bestimmt werden kann, ist es nothwendig, sowol von der ebenen als kuglichten Dreyeckmessung einige Begriffe zu sammeln.

§. 22. Die ebene Trigonometrie wird in der Astronomie gebraucht, da sich wirklich 1) ebene Triangel im Weltraum gedenken lassen, die sich aus drey geraden Linien zwischen dreyen Weltkörpern bilden, und dann wird 2) ein sehr kleines sphärisches Dreyeck an der scheinbaren Himmelskugel ohne Fehler als ein ebenes behandelt, indem kleine Bögen von großen Circulskreisen eine unmerkliche Krümmung haben.

§. 23. Die sphärische Dreyeckmessung hat ihren Ursprung blos der Astronomie zu danken, und ist durchaus in den Theil derselben, welcher sich allein um Erscheinungen an der Himmelskugel bekümmert, brauch-

brauchbar. Nur an der innern Höhlung der scheinbaren Kugelgestalt des Firmaments lassen sich sphärische Dreyecke gedenken, denn im Weltraum selbst finden selbige nicht statt.

Von der ebenen Trigonometrie.

§. 24.

Ein jedes Dreyeck hat sechs Theile, nemlich drey Winkel und drey Seiten. Sind nun hievon drey bekannt, so lehrt die ebene Trigonometrie aus denselben eins der übrigen durch Rechnung zu finden. Unter den bekannten Theilen muß aber wenigstens eine Seite seyn, weil drey Winkel allein, allen ähnlichen Dreyecken zugehören können, (§. 18.) welches sich auch nach fig. 26. erklären läßt.

§. 25. Nach fig. 27. heißt EB der Sinus des Bogens AB oder des Winkels BCA = n. Die Sehne oder Chorde BI ist = den doppelten Sinus EB, oder Sinus n = $\frac{1}{2}$ Chorde des doppelten Bogens BAI oder des Winkels BCI. Der Sinus EB des Bogens AB ist auch zugleich der Sinus des Bogens BGK, der mit AB 180° austrägt. Der größte Sinus ist der Radius CA=CG, daher er auch *Sinus totus* genannt wird, und die übrigen Sinus werden entweder als Theile vom Radius, oder in Theilen desselben, gerechnet. Die Anzahl Grade, welche von einem gegebenen Winkel noch an 90 fehlen, heißt: die Ergänzung (*Complement*) desselben. BG ist demnach das Complement von AB, und daher heißt BF der Cosinus von n oder vom Bogen

AB. AD heißt die Tangente von n oder AB, und folglich GH die Cotangente desselben. CD führt den Namen Secante, und daher CH Cosecante. Endlich heißt EA der *Sinus versus* von n, auch der Pfeil, *(Sagitta)*.

§. 26. Diese trigonometrische Linien stehen mit einander in folgenden Verhältnissen, die sich aus Betrachtung der Eigenschaften ähnlicher Dreyecke (§. 18.) leicht ergeben: Der Radius = r

Verhältnisse: Gleichungen:

1) CE : EB = CA : AD

Trigon. Cos. n : Sin. n = r : Tang. n oder Tang. n $= \frac{r \times \text{Sin. n}}{\text{Cos. n}}$

2) CE : CB = CA : CD

Trigon. Cos. n : r = r : Secant. n od. Secant. n $= \frac{r^2}{\text{Cos. n}}$

3) CF : FB = CG : GH

Trigon. Sin. n : Cos. n = r : Cot. n oder Cotang. n $= \frac{r \times \text{Cos. n}}{\text{Sin. n}}$

4) CF : CB = CG : CH

Trigon. Sin. n : r = r : Cosecant. n oder Cosec. n $= \frac{r^2}{\text{Sin. n}}$

§. 27. In den trigonometrischen Tafeln wird der Radius oder Sinus totus CA zu 10000000 oder 10 Millionen Theilen angenommen, und dann ist durch mühsame Rechnungen bestimmt, wie viele Theile davon, dem Sinus, der Tangente und Secante eines jeden Bogens von Minute zu Minute, oder wol gar von 10 zu 10 Secunden des Quadranten zukommen. Hierunter sind freylich nur drey, nemlich 1) der Sinus von 90° oder der Sinus totus. 2) und die Tangente von 45°, welche

beyde

beyde dem Radius, 3) der Sinus von 30°, welcher dem halben Radius gleich ist, mathematisch richtig; alle übrigen aber nur bis auf $\frac{1}{10000000}$ Theil nach, genau. Allein dieser Fehler wird auch bey großen Circuln unmerklich. In fig. 27. ist der Winkel n=50°: und daher nach den Tafeln dessen

Sinus EB= 7660444 u. Cosin. BF= 6427876
Tang. AD=11917536 = Cot. GH= 8390996
Sec. CD=15557238 = Cosec. CH=13054073

§. 28. In einem jeden geradelinichten oder ebenen Dreyeck verhalten sich die Seiten gegen einander, wie die Sinus der ihnen gegen über stehenden Winkel, und umgekehrt: Die Sinus der Winkel verhalten sich gegen einander, wie die entgegen stehenden Seiten.

§. 29. Um ein jedes Dreyeck, wie fig. 28. ABC läßt sich ein Circul beschreiben, und nach §. 12. ist z. B. das Maaß von n=½ BFC und von o=½ BEA; aber Sinus ½ BFC=½ BC und Sinus ½ BEA=½ BA nach §. 25. oder in Worten: Die Sinus der halben Bögen sind den halben Chorden oder die den Winkeln entgegen stehenden halben Seiten gleich. Demnach Sin. n=½ BC und Sin. o=½ BA. Hieraus muß folgen, daß sich in den ebenen Dreyecken, zwischen den Sinußen der Winkeln und denn ihnen entgegen stehenden halben oder ganzen Seiten ein richtiges Verhältniß finde. Also: Sin. n : ½ BC = Sin. o : ½ BA oder welches einerley ist: Sin. n : BC = Sin. o : BA. Eben so:

AB : Sin. o = BC : Sin. n u. s. f.

§. 30.

§. 30. Es sey nun in dem Dreyeck ABC, fig. 28, bekannt C oder o = 58°; A oder n = 74°, und die Seite AB = 180 Theilen eines gewissen Maaßstabes. Man soll hiernach die Seite BC in eben den Theilen finden: So wird gesetzt:

	Sin. o	: AB =	Sin. n
	58°	180 Theile	74°
dessen Sin. a. d. Tafl.	8480481		9612617

Wird hier nach den bekannten Regeln gerechnet, so kommt BC = 204 Theile.

§. 31. Da aber bey dergleichen Rechnungen die Multiplication und Division mit den großen Zahlen der Sinussen sehr beschwerlich ist, so mußte die Erfindung der Logarithmen den Mathematikern sehr willkommen seyn. Diese Logarithmen sind Zahlen welche in den trigonometrischen Tafeln für alle Sinus und gemeine Zahlen vorkommen, und die besondere Eigenschaft haben, daß sie das multipliciren und dividiren in ein viel bequemeres addiren und subtrahiren verwandeln. Demnach, statt der Sinus und der Zahl 180 ihre Logarithmen gesetzt, steht die Rechnung also:

	Sin. o	: AB =	Sin. n
Log.	9.9284205	2.2552725	9.9828416
			2.2552725
			12.2381141
			9.9284205
der Log. der gesuchten Seite BC =			2.3096936

diesen

welcher in den Tafeln aufgesucht BC = 204 wie vorher giebt.

§. 23. Diese Vorstellungen können schon einen für unsern Zweck hinlänglichen Begriff von den Eigenschaften und Auflösungen, der ebenen Dreyecke geben. Folgende Regeln, mehrentheils für andere Fälle sind hieraus abgeleitet.

§. 33. Für rechtwinklichte Dreyecke, fig. 29. wo in R der rechte Winkel ist. Dieser Winkel ist gleich 90° = Sinus totus = den Radius, welcher gewöhnlich in den trigonometrischen Rechnungen = 1 gesetzt wird, da denn die Sinus ꝛc. als Brüche oder Theile vom Radius angesehen werden. Da aber 1 so wenig multiplicirt als dividirt, so wird hiebey der rechte Winkel R in den rechtwinklichten Dreyecken nicht gerechnet. Woraus folgende Gleichungen entstehen:

§. 34.

Gegeben.	Gesucht.	Gleichungen zur Auflösung.
c, k	h	$h^2 = c^2 + k^2$ } ist der Pythagorische Lehrsatz §. 17.
h, c	k	$k^2 = h^2 - c^2$
h, k	c	$c^2 = h^2 - k^2$
h, a od. h, b	k	$k = h \times$ Sin. a od. $h \times$ Cos. b
h, a od. h, b	c	$c = h \times$ Cos. a od. $h \times$ Sin. b
c, a od. c, b	k	$k = c \times$ Tang. a od. $c \times$ Cot. b
k, b od. k, a	c	$c = k \times$ Tang. b od. $k \times$ Cot. a

§. 35. Für schiefwinklichte Dreyecke, fig. 30.

Gegeben.	Gesucht.	Verhältnisse und Gleichungen zur Auflösung.
B, A, k	h	Sin. B : k = Sin. A : h } wie §. 29.
k, B, h	A	k : Sin. B = h : Sin. A
k, h, C	b	$b^2 = k^2 + h^2 - 2 \times k \times h \times$ Cos. C.
b, k, A	B oder C	$(b + k) : (b - k) =$ Tang. $\frac{1}{2}(C + B)$: Tang. $\frac{1}{2}(C - B)$

Wenn

Wenn im letztern Falle A bekannt ist, so ist auch die Summe von C und B bekannt, da selbige 180° — A austrägt. (§. 10.) Wird nun die durch diese Formel gefundene halbe Differenz zur halben Summe von C und B addirt, so kommt nach arithmetischen Gründen, der größte; und wird selbige davon subtrahirt, der kleinste von den unbekannten Winkeln C und B heraus. Der größte Winkel von beyden läßt sich aus der ihm entgegen stehenden größten Seite erkennen. (§. 6.) Uebrigens sind die obigen Verhältnisse bey allen ähnlichen Aufgaben anwendbar, wo nur die Buchstaben versetzt werden dürfen.

§. 36. Ein besonderer Gebrauch der Sinuße in der lehrenden Astronomie ist, daß sie beständig statt Bögen und Winkel dienen müssen. Z. B. nach fig. 31. laufe ein kleiner Planet a um einen größern d in dem Kreise a b r s herum. Wird diese Bewegung nach o hinaus in einer Fläche und großen Entfernung bemerkt, so wird a sich von d bis r nach dem Sinus des durchgelaufenen Bogens zu entfernen, und eben so von r bis s sich wieder d zu nähern scheinen. Ist a bis b = 30° fortgerückt, so ist die scheinbare Entfernung d p = c b = Sin. n = $\frac{1}{2}$ d r, weil Sin. 30° = $\frac{1}{2}$ Radius ist. (§. 27.) Die Sinus nehmen aber nach r hinaus immer weniger zu oder ab, und daher muß sich a daselbst von o aus betrachtet, viel langsamer zu bewegen scheinen.

Von

Von der sphärischen Trigonometrie.

§. 37.

Die sphärische oder kuglichte Dreyeckmessung behandelt diejenigen Dreyecke, welche sich aus drey Bögen auf der Oberfläche oder an der inwendigen Höhlung einer Kugel ergeben, und lehrt, wie aus gegebenen drey Stücken derselben, sie mögen nun Seiten (Bögen) oder Winkel seyn, eins der übrigen sich finden lasse.

§. 38. Hierbey ist es nothwendig, daß die Bögen, woraus die sphärischen Dreyecke zusammen gesetzt sind, durchgehends aus ein und derselben Kugel Mittelpunct beschrieben worden, damit die Grade überall gleich groß werden, oder aus Theilen von größten Circuln bestehen, deren Flächenmittelpunct mit dem Mittelpunct der Kugel übereinkommt, und nach welchen sich die Kugel genau in die Hälfte theilen läßt.

§. 39. Dieses mußte vorausgesetzt werden, weil sonst kein richtiges Verhältniß der Bögen und Winkel in den sphärischen Dreyecken gegen einander statt fände. Der kürzeste Weg von einem Punct der Kugeloberfläche zum andern, geht allemal nach der Richtung eines Bogens vom größten Kreise, wie fig. 32. ADB, dessen Maaß in Graden sich im Mittelpunct C ergiebt, statt, daß sich zwischen ADB noch eine unendliche Menge anderer Bögen von eben so verschiedener Anzahl größerer oder kleinerer Graden ziehen lassen, deren Mittelpuncte außer C liegen.

§. 40.

§. 40. Daher sind die mit den größten Kreisen auf einer Kugel gleichlaufende oder Parallelkreisen, in der kuglichten Dreyeckmessung, so wie solche die Astronomie braucht, nicht anwendbar, weil sie nicht aus der Kugel Mittelpunct beschrieben worden. Sie geben freylich ähnliche sphärische Dreyecke, die sich aber nach den allgemeinen Regeln nicht auflösen lassen. Ihre Flächen sind als die Grundflächen eines Kegels anzusehen, dessen Spitze im Mittelpunct der Kugel fällt.

§. 41. Die Axe eines größten Circuls ist die Linie, welche in der Größe des Halbmessers auf dem Mittelpunct seiner Kreisfläche senkrecht steht. Der äußerste Punct dieser Axe heißt: der Pol des Kreises, und ist von allen Puncten des Umkreises gleich weit entfernt. Der Bogen des größten Kreises von einem Pol bis zum Umkreise trägt nemlich 90° aus.

§. 42. Zwey größte Circul, welche auf einer Kugel beschrieben werden, müssen sich nothwendig in die Hälfte und demnach einander gerade gegen über durchschneiden. Durchschneiden sich beyde unter einen rechten Winkel, so geht der eine durch die Pole des andern, und ihre Flächen stehen senkrecht auf einander. Geschieht dies aber unter einen schiefen Winkel, so wird sich zwischen den in eines jeden Fläche auf einen Punct ihrer gemeinschaftlichen Durchschnittslinie senkrecht gezogenen Linien, der Neigungswinkel beyder Flächen ergeben.

§. 43. Ein sphärisches Dreyeck, wie es in der Trigonometrie betrachtet wird, bestehet: aus drey Bogenstücken oder Seiten, die kleiner als 180° sind.

sind. Rechtwinklicht heißt es, wenn ein oder mehrere rechte Winkel darin vorkommen; Schiefwinklicht aber, wenn alle Winkel schief sind.

§. 44. In einem rechtwinklichten sphärischen Dreyeck BAR fig. 33. das einen rechten Winkel in R hat, heißen von den zween Seiten welche R einschließen: RA die Grundlinie und RB der Perpendicul; die gegenüberstehende Seite BA aber, die Hypothenuse.

§. 45. Werden von BAR Linien oder Halbmeßer nach dem Mittelpunct der Kugel in C gezogen, so sind die Seiten des sphärischen Dreyecks die Maaßen der Winkel in C; demnach BCA = BA; BCR = BR und ACR = AR. Eben so wenn aus B die Linie BM auf CR, und BN auf CA senkrecht gezogen und NM durch eine Linie vereinigt wird, so muß in demebenen rechtwinklichten Dreyeck BMN, der Winkel BNM das Maaß des sphärischen Winkels A; BMN = R und NBM = B seyn. Die Linien BN und BM sind als die Sinus der Bögen BA und BR anzusehen, da BN auf CA und BM auf CR senkrecht steht, und CR, CA, Halbmeßer der Kugel sind.

Anmerk. Wenn nach fig. 33. BCAR aus drey Chartenblätter zusammen geleimt wird, so läßt sich in der daraus entstehenden Kugelpyramide das besonders ausgeschnittene ebene Dreyeck BNM vorn in der Oefnung bey BAR einschieben, wodurch die gegebene Erklärung begreiflicher wird. Ueberhaupt ist es sehr nützlich, bey den bisher von §. 37. an gesagtem, der Vorstellung



lung von den Lagen der Flächen gegen einander und allen Gattungen sphärischer Dreyecke durch körperliche Modelle und durch einen Globus zu Hülfe zu kommen.

§. 46. Wenn der Radius oder Sinus totus oder der rechte Winkel = R gesetzt wird, so ist in fig. 33, nach den Regeln der ebenen Dreyeckmeßung für rechtwinklichte Dreyecke wie BNM worin M der rechte Winkel ist:

R : BN = Sin. N : BM

u. in dem sphärischen R : Sin. BA = Sin. A : Sin. BR

und nach eben den Gründen:

in. d. eben. Dreyeck R : NM = Tang. N : BM

u. in dem sphärisch. R : Sin. RA = Tang. A : Tang. BR.

§. 47. Hieraus erhellet, daß die sphärische Dreyeckmeßung mit der ebenen ähnliche Grundregeln habe, nur, daß statt der Seiten in der letztern, die Sinus oder Tangenten der übereinstimmenden Bögen in der erstern gesetzt werden. Es verhalten sich nemlich in einem sphärischen Dreyeck: die Sinus der Seiten gegen einander, wie die Sinus der ihnen entgegenstehenden Winkeln.

§. 48. Folgende Regeln sind aus den vorhin angezeigten und andern Eigenschaften der sphärischen Dreyecke abgeleitet, und dienen in der sphärischen Astronomie, nach den vorkommenden Fällen zur Auflösung.

§. 49. Rechtwinklichtes sphärisches Dreyeck abR, fig. 34. wo in R der rechte Winkel; h die

Hy=

Hypothenuse; c die Grundlinie und k der Perpendicul (§. 44.) ist. Der rechte Winkel wird auch hier wie bey den ebenen Dreyecken aus gleichem Grunde nicht gerechnet (§. 33.) und daher giebt es folgende Gleichungen zur Auflösung:

§. 50.

Gegeben.	Gesucht.	Gleichungen
a, b od. c, k	h	Cos. h = Cot. a × Cot. b od. Cos. c × Cos. k
c, h od. b, k	a	Cos. a = Tang. c × Cot. h od. Sin. b × Cos. k
k, a od. h, b	c	Sin. c = Tang. k × Cot. a od. Sin. h × Sin. b
k, h od. a, c	b	Cos. b = Tang. k × Cot. h od. Sin. a × Cos. c
c, b od. a, h	k	Sin. k = Tang. c × Cot. b od. Sin. a × Sin. h

§. 51. Schiefwinklichtes sphärisches Dreyeck ABC, fig. 35.

Gegeben.	Gesucht.	Verhältniße u. Gleichungen zur Auflösung.
b, B, a	A	Sin. b : Sin. B = Sin. a : Sin. A
c, C, B	b	Sin. C : Sin. c = Sin. B : Sin. b
B, C, a	A	Cos. A = Sin. B × Sin. C × Cos. a + Cos. B × Cos. C
b, c, A	a	Cos. a = Sin. b × Sin. c × Cos. A — Cos. b × Cos. c
A, B. C	a	$\text{Cos. a} = \frac{\text{Cos. A} - \text{Cos. C} \times \text{Cos. B}}{\text{Sin. C} \times \text{Sin. B}}$
a, b, c	B	$\text{Cos. B} = \frac{\text{Cos. b} + \text{Cos. a} \times \text{Cos. c}}{\text{Sin. a} \times \text{Sin. c}}$

§. 52. Schiefwinklichtes sphärisches Dreyeck AED fig. 36, wobey ein Perpendicul oder senkrechter Bogen von einem Winkel auf der gegenüberstehenden Seite, wie hier EC auf AD gefällt wird, um es zur Erleichterung der Auflösung in zween rechtwinklichten ECA und ECD wo an C der rechte Winkel ist, abzutheilen. C ist hier die Seite AD oder x + y. Folgende Tafel stellt ihre Auflösung vor.

 §. 53.

§. 53.

Gegeben.	Gesucht.	Verhältniße und Gleichungen zur Auflösung.		
A, B, a	C	Tang. x = Tang. B × Cos. A	Cos. B : Cos. x = Cos. a : Cos. y	$x + y = C$
A, B, C	a	„ „ „	$C - x = y$	Cos. x : Cos. B = Cos. y : Cos. a
A, B, D	C	„ „ „	Cot. A : Sin. x = Cot. d : Sin. y	$x + y = C$
A, B, C	D	„ „ „	$C - x = y$	Sin. x : Cot. A = Sin. y : Cot. D
a, D, A	E	Cot. o = Tang. D × Cos. a	Cos. D : Sin. o = Cos. A : Sin. n	$n + o = E$
a, D, E	A	„ „ „	$E - o = n$	Sin. o : Cos. D = Sin. n : Cos. A
a, D, B	E	„ „ „	Cot. a : Cos. o = Cot. B : Cos. n	$n + o = E$
a, D, E	B	„ „ „	$E - o = n$	Cos. o : Cot. a = Cos. n : Cot. B

§. 54.

§. 54. Die hier gegebenen Regeln sind alle so beschaffen, daß sie nach den beygebrachten Erläuterungen verständlich seyn können. Wird nun der jedesmal vorkommende Triangel besonders gezeichnet, und dessen Seiten und Winkel mit gleichen Buchstaben benennt, hierauf die gegebenen und zu suchenden Stücke gehörig bemerkt, so wird die Vorschrift zur Auflösung sich entweder selbst in den vorigen Tafeln befinden oder durch eine leichte Versetzung der Gleichung ergeben. Uebrigens enthalten dieselben weit mehrere Vorschriften als in der Folge gebraucht werden.



Zweiter Abschnitt.

Erscheinung des Weltgebäudes und künstliche Eintheilung der Himmelskugel.

Besondere Abtheilungen der Sternkunde.

§. 55.

Die Sternkunde, (Astronomie) ist die Wissenschaft von dem großen Weltgebäude, welche die Erscheinung, Bewegung, Größe, Entfernung und Beschaffenheit der Himmelskörper zu beobachten, berechnen, auszumessen und zu bestimmen lehret.

§. 56. Sie läßt sich sehr schicklich unter folgende drey Abtheilungen bringen: Nemlich der Sternkundige untersucht:

Erstlich: Wie das Weltgebäude von der Erde aus betrachtet in die Sinne fällt, welche Erscheinungen und Bewegungen sowol allgemein an der Himmelskugel, als an einzelnen Weltkörpern vorgehen. Dieser Theil worin größtentheils blos die scheinbaren Bewegungen betrachtet und nach gewißen Erfindungen der Kunst erkläret werden, heißt: die sphärische Astronomie.

Zweitens: Ob es mit diesen Erscheinungen, so wie wir solche am Himmel bemerken, seine Richtigkeit habe, ob uns nicht hiebey sehr oft Augenbetrüge täuschen und wie die wahren Bewegungen der Himmelskörper eigentlich beschaffen seyn mögen; wie sich diese berechnen und eine richtige Zeitabtheilung sowol als die Himmelsbegebenheiten im voraus darnach finden laßen; wie sich die Entfernung und Größe der andern Himmelskörper in Vergleichung mit unserer Erde ergiebt; was sich gewiß oder nur wahrscheinlich von ihrer Beschaffenheit und Bestimmung herausbringen läßt, wie zugleich hiedurch die Begriffe von der Größe und Vortreflichkeit der Welt und ihrem Urheber erweitert werden ꝛc. Der Theil, in welchem dieses aus richtigen Beobachtungen, Berechnungen und gegründeten Schlüssen

sen bestimmt wird, heißt: die theorische oder lehrende Sternkunde.

Drittens: Was die wahren Bewegungen jener großen Kugeln eigentlich zur Ursache haben, und durch welche Kräfte sich dieselben im Weltraum fortschwingen; ob dies eben die mechanischen Kräfte sind, welche bey uns die Bewegungen der Körper hervorbringen und unterhalten, oder ob die Himmelskörper andern Gesetzen folgen; welches mächtige Band endlich alle mit einander verbindet, die Welt zum Ganzen macht, und in der eingeführten Ordnung erhält rc. So weit hierin des Menschen Wissen gehet, sind dergleichen Untersuchungen Gegenstände der physikalischen Sternkunde.

Die verschiedenen Arten der Himmelskörper.

§. 57.

Sonne und Mond sind die bekanntesten und am größten in die Augen fallenden Himmelskörper, außer welchen alle übrige den allgemeinen Namen Sterne führen. Diese letztern, welche uns als kleinere glänzende Körper am Himmel erscheinen, werden unter zwey Hauptclasseu gebracht; nachdem sie entweder zu den Fixsternen oder Planeten gehören.

§. 58. Unter Fixsterne wird fast das ganze zahllose Heer der Sterne verstanden, welches sich am Himmel nach allen Seiten hinaus zeigt, und bey heitrer Luft des Nachts zum Vorschein kömmt. Sie

 haben

haben ihren Namen von *fixus*, fest, unbeweglich, erhalten, weil sie an der inwendigen Höhlung der Himmelskugel angeheftet zu seyn scheinen, da sie gegen einander ihre Stellungen nicht verändern. Sie unterscheiden sich auch von den Planeten durch ein zitterndes oder funkelndes Licht. Ihrer erscheinenden Größe oder Lichtstärke nach werden sie unter sechs und mehrere Ordnungen gebracht, da die hellsten Sterne von der ersten; die diesen zunächst kommenden, von der zweiten; dann von der dritten u. s. w. Größe, heißen. Sie sind haufenweise unter bildliche Vorstellungen von menschlichen und thierischen ꝛc. Figuren gebracht, auch verschiedenen eigene Namen beygelegt. Zu den Fixsternen gehört auch: Die so genannte Milch- oder Jacobsstraße, welche sich unter der Gestalt weißlicher Streifen am Sterngewölbe zeigt, ferner: Die Nebelsterne, neblichte Stellen welche sich hie und da am Himmel zeigen; dann laßen sich auch die Neuen, Veränderlichen oder Wundersterne dahin rechnen. Die neuere Sternkunde weiset auch der Sonne ihre Rangordnung unter den Fixsternen an.

§. 59. Unter Planeten werden eigentlich nur fünf helle Sterne am Himmel verstanden, welche nach einer gewissen Richtung von Westen gegen Osten langsamer oder geschwinder von einem Fixstern zum andern fortrücken und um den ganzen Himmel herumlaufen. Sie übertreffen mehrentheils an Glanz den größten Fixsternen, nur daß sie nicht so wie diese funkeln. Ihre Namen und Bezeichnungen sind: Merkur ☿, Venus ♀, Mars ♂,

Jupi-

Jupiter ♃ und Saturn ♄. Die Alten leiteten ihre allgemeine Benennung von Irrsterne ab, weil sie nicht selten sich sehr unordentlich zu bewegen scheinen, die mehreste Zeit zwar vorwärts nach Osten jedoch mit veränderlicher Geschwindigkeit fortrücken, dann aber auch zuweilen stille stehen und rückwärts gehen ꝛc. Diese fünfe führen den Namen Hauptplaneten, außer welchen noch zehn Nebenplaneten bekannt sind, wovon einer um unsere Erde, nemlich der Mond; vier um den Jupiter und fünf um den Saturn laufen, welche durch Fernröhre sichtbar sind. Zu den Planeten gehören auch die Kometen. Diese Himmelskörper erscheinen als dunkle, in einem starken Nebel eingehüllte und die mehreste Zeit mit einem langen Schweife versehene Sterne. Sie sind einzeln nur zuweilen eine Zeitlang sichtbar, und laufen mitlerweile einen kleinern oder größern Weg am Himmel nach allen möglichen Richtungen und mit verschiedentlicher Geschwindigkeit durch. Ihre Anzahl läßt sich nicht bestimmen, muß aber ansehnlich seyn.

Die vornehmsten Erfahrungen beym sinnlichen Anblick des Weltgebäudes.

§. 60.

Der Himmel erscheint überall als eine hole Halbkugel in deren Mittelpunct wir auf der Oberfläche der Erde stehen, und an deren innern eingebildeten Fläche alle Himmelskörper in gleichen Entfernungen von uns zu seyn scheinen.

Anmerk. Daß die scheinbare Gestalt des Himmels, eines optischen Betrugs wegen, eigentlich einem über unserm Scheitel stark eingedrückten Gewölbe gleichet, davon wird in der Folge geredet.

§. 61. Bemerkt man einige Stunden nachher den Stand der Sterne, so zeigt sichs, daß fast keiner seine Weite von andern; hingegen alle gemeinschaftlich ihren Stand gegen das Auge des Zuschauers in einem kreisförmigen Bogen von Osten nach Westen hin, und in unsern Ländern schräge auf= oder unterwärts verändert haben. Denn die vorhero sich gerade übern Kopf am Himmel zeigten, sind mehr westwärts; die niedrig am westlichen Himmel standen, sind verschwunden, und dafür am östlichen andere, die vorher nicht da waren, zum Vorschein gekommen. Die Dauer der Sichtbarkeit der Sterne in ihrem Lauf von Osten nach Westen ist sehr ungleich. Einige sind nur wenige Stunden zu sehen; dahingegen giebt es eine gewisse Gegend, wo sie niemals aus unserm Gesichte kommen. Mond und Sonne folgen gleichfalls der allgemeinen Fortrückung nach Westen. Am folgenden Abend findet man die Sterne um eine gleiche Stunde fast in eben dem Stande, und nimmt die nemlichen Erscheinungen wahr, so daß also die Himmelskugel in 24 Stunden sich von Osten nach Westen herumzuwälzen scheint.

§. 62. Werden unterdessen diese Beobachtungen einige Abende fortgesetzt, so läßt sich bald wahrnehmen, daß es außer dem Monde noch gewisse kenntliche Sterne giebt, welche außer dem vorigen allge=

allgemeinen Umlauf, noch eine besondere oder eigene Bewegung haben, und zwischen den übrigen Sternen hindurch, nach und nach von einem zum andern, die mehreste Zeit von Westen nach Osten, fortrücken. Dies sind die Planeten, da jene zu den Fixsternen gehören.

§. 63. Dies läßt sich am leichtesten am Monde bemerken. Denn wenn dieser Himmelskörper an einem gewissen Abend zunächst bey einem bekannten Fixstern steht, so wird er den folgenden Abend um etwa 13° von demselben nach Osten entfernt erscheinen. Diese Entfernung wird täglich um so viel zunehmen, und nach 27 Tagen wird der Mond wieder bey eben diesem Fixsterne sich zeigen. Demnach läuft der Mond in 27 Tagen einmal um den ganzen Himmel herum, von Westen nach Osten, und macht eben diesen Weg mit allen Gestirnen gemeinschaftlich in 24 Stunden von Osten nach Westen. Beyde Bewegungen können aber nicht zugleich geschehen, daher muß eine davon nur scheinbar seyn. Eben dies läßt sich aus den eigenen Bewegungen der Planeten folgern.

§. 64. Giebt man auf die Fixsterne Acht, welche z. B. im Frühjahr des Abends an der Westseite nach Sonnenuntergang erscheinen, so bemerkt man in den folgenden Abenden, daß dieselben zu gleicher Stunde nach und nach weiter hinunter sich zeigen, und endlich in der Abenddämmerung unsichtbar werden. Hingegen kommen an der Ostseite, um eben diese Abendzeit, neue vorhin noch nicht gesehene Sterne herauf. Diese werden alle Abende um

einige

einige Minuten, und nach Verlauf von einem Monat, um etwa zwey Stunden früher am nemlichen Ort stehen, und so werden sich diese östlichen Sterne gleichfalls dem westlichen Himmel nähern. Nach einiger Zeit werden diejenigen Sterne des Morgens, vor Sonnenaufgang, in Osten glänzen, welche ehedem sich des Abends in Westen zeigten, und nach Verlauf von einem Jahre kommen am Abend- und Morgenhimmel um gleiche Zeit eben dieselben Gestirne zum Vorschein. Demnach läßt es, als wenn sich die Sonne jährlich auch von Westen nach Osten um den ganzen Himmel durch die Fixsterne hindurch, oder diese in entgegengesetzter Richtung sich um die Sonne bewegen.

§. 65. Der Mond, welcher mit einem periodisch abwechselnden Lichte unsere Nächte erleuchtet, hat dieserwegen schon sehr frühe die Aufmerksamkeit der Menschen an sich gezogen. Wenn er mit der Sonne an einem Ort des Himmels steht, so ist er unsichtbar, und für uns gar nicht erleuchtet. In dieser Stellung hat er den Namen Neumond erhalten. Einige Abende darauf zeigt er sich nach Sonnenuntergang zuerst wieder in Westen sichelähnlich erleuchtet. Sieben Tage nach dem neuen Lichte steht er 90° von der Sonne, ist halb erleuchtet, und zeigt sich des Abends um 6 Uhr in Süden. Am 15ten Tage nach dem Neumond ist der Mond 180° von der Sonne oder derselben gerade gegenüber, scheint mit vollem Lichte die ganze Nacht, und steht um Mitternacht in Süden. Nach 7 Tagen hat er sich wieder der Sonne bis auf 90° genähert, ist

noch

noch halb erleuchtet, und erscheint früh Morgens um 6 Uhr in Süden. Nach 29 Tagen kommt der Mond abermal bey der Sonne, und dies geschieht in einem Jahre über zwölfmal. Der erleuchtete Theil ist allemal der Sonne zugewendet, und zeigt sich daher im zunehmenden Lichte an der Westseite, und im abnehmenden an der Ostseite des Mondes.

§. 66. Die beyden Planeten: **Merkur** und **Venus** sind allemal nur des Abends oder des Morgens, in Westen oder Osten sichtbar. Merkur rückt aufs höchste 28° und Venus 48° von der Sonne ab. Beyde bewegen sich gewöhnlich von Westen nach Osten, stehen aber auch zuweilen stille und gegen rückwärts zc. Hingegen **Mars**, Jupiter und Saturn können zu aller Zeit des Nachts sichtbar seyn. Wenn diese um Mitternacht in Süden kommen, so bemerkt man, daß sie größer als sonst erscheinen. Sind sie bey der Sonne, so laufen sie am geschwindesten vorwärts nach Osten. Einige Zeit vorher, ehe sie der Sonne gegen über stehen, fangen sie an, sich langsamer zu bewegen, hierauf eine Weile stille zu stehen, und endlich um einige Grade rückwärts zu gehen, welches letztere am merklichsten ist, wenn sie der Sonne entgegen stehen. Ehe sie nachher wieder ihren Lauf vorwärts nehmen, stehen sie noch einmal stille, nemlich wenn sie aufhören zurückzugehen.

§. 67. Die Sonne, der Mond und die Planeten nehmen nicht ein jeder besonders für sich einen eigenen Weg am Himmel, sondern vollführen ihre Umläufe alle nach einer gewissen Richtung, und

zwischen

zwischen gleichen Gestirnen hindurch. Der Mond kommt in 27 Tagen, Merkur und Venus mit der Sonne in einem Jahre; Mars in 2, Jupiter in 12, und Saturn in 29 Jahren um den ganzen Himmel herum. Die Sonne beschreibt allemal genau die nemliche Bahn; der Mond und die übrigen Planeten hingegen weichen jedesmal innerhalb gewissen Schranken davon ab.

§. 68. Die Planeten gehen oft Fixsternen nahe vorbey, oder bedecken selbige. Eben so erscheinen uns zuweilen zwey Planeten nahe zusammen zu kommen, auch, welches aber viel seltner geschieht, einander zu bedecken. Man hat unterdessen beobachtet, daß Jupiter den Saturn; Mars den Jupiter; Venus den Mars; Venus den Merkur bedeckt hat. Der Mond, welcher am geschwindesten seinen Umlauf von Westen nach Osten, nemlich in 27 Tagen, vollführt, bedeckt sehr oft Fixsterne, auch dann und wann einen Planeten; noch niemals aber ist ein Planet oder Fixstern vor den Mond getreten.

§. 69. Zuweilen wird der Sonne bey heitern Himmel ihr Licht von einem dunkeln runden Körper entzogen, welcher nach und nach von Westen nach Osten vor die Sonnenscheibe rückt, und uns einen größern oder kleinern Theil derselben auf einige Stunden bedeckt. Hiebey ist zu merken, daß dies allemal nur geschieht, wenn der Mond bey der Sonne oder im neuen Lichte ist, und daß die Sonne an allen Orten nicht gleich stark, ja an einigen gar nicht verfinstert erscheint. Ein andermal ver-

liert

liert der Mond bey hellen Himmel, zu der Zeit, wenn er der Sonne gerade entgegen steht, und im vollen Lichte ist, seinen Schein auf einige Stunden, entweder ganz, oder nur zum Theil. Diese Verdunkelung wird von einer dunkeln Schattenscheibe verursacht, welche sich von Osten nach Westen über den Mond ausbreitet, und es ist dabey zu merken, daß alle diejenigen Bewohner der Erde, welche den Mond zu der Zeit sehen, einen gleich großen Theil desselben verdunkelt erblicken.

§. 70. Die lehrende Sternkunde wird in der Folge die richtigen Ursachen von allen diesen Erscheinungen erklären, deren es noch weit mehrere giebt, wenn man seinen Ort auf der Erde um eine ansehnliche Weite verändert, anhaltende genaue Beobachtungen und die Fernröhre mit zu Hülfe nimmt.

Ursache der erscheinenden Gestalt des Himmels, Messung scheinbarer Entfernungen an derselben.

§. 71.

Beym ersten Anblick des Himmels fehlen alle Gründe, nach welchen wir die sehr verschiedenen Entfernungen der Himmelskörper von uns beurtheilen könnten, und wir werden hiebey blos von unsern Empfindungen geleitet. Hiernach ziehen wir in Gedanken gerade Linien im Weltraum, nach einem jeden Himmelskörper hinaus, ohne zu bestimmen, ob er nahe oder ferne sey, und unsre

Sinne

Sinne können nur die Winkel, unter welche diese verschiedenen Linien ins Auge fallen, als ein Maaß zur Bestimmung des Abstandes der Himmelskörper von einander betrachten. Es läßt sich nach fig. 3. wenn das Auge auf der Erde in C ist, nicht empfinden, ob der Lichtstral LC oder SC von einem nähern Himmelskörper in L oder von einem entferntern in S herkomme, aber der Gesichtswinkel o, unter welche beyde ins Auge fallen, bleibt uns mit Instrumenten oder durch Schätzung zu messen übrig.

§. 72. Weil wir nun um unser Auge herum, nach allen Gegenden des Himmels hinaus, die Längen der Gesichtslinien nach den Himmelskörpern nicht kennen oder nirgends ihre Gränzen finden, so entsteht eine Vorstellung, an welche wir bereits von der ersten Jugend an gewöhnt sind, daß nemlich alle Himmelskörper an der innern Aushölung oder Fläche einer materiellen Kugel sich zeigen, bewegen oder mit derselben herum geführt werden, und da der erste Theil der Astronomie sich blos um Erscheinungen bekümmert, so läßt sich fürs erste, diese Vorstellung, der Wahrheit unbeschadet, bey allen größern und kleinern Entfernungen der himmlischen Körper beybehalten. Denn es sey nach fig. 37. in o das Auge, so werden wir den Mond m in M; den Stern r in R und s in S an diesen eingebildeten Himmelsgewölbe MRS hinaus zu sehen glauben. Unter den Winkel c = RM wird der Mond über den Stern R; und um a = SR werden beyde Sterne r und s daselbst über einander stehen. Dies wären ihre scheinbaren Entfernungen

gen an der eingebildeten Himmelskugel, keineswe-
ges aber die wahren, welche die Linien mr und
rs angeben.

§. 73. Der Himmel hat nicht allein überall
auf der Erde die Gestalt einer Kugel, sondern die
scheinbaren Entfernungen der Sterne werden aller
Orten von gleicher Größe befunden. Dies scheint
den geometrischen Satz zu wiedersprechen, daß sich
die Anzahl Grade vom Bogen eines Circuls nur
im Mittelpunct desselben an einen Winkel ergeben,
dessen Schenkel diesen Bogen einschließen, wenn
man nicht hieraus schon im voraus schließen könn-
te, daß wir in allen Gegenden der Erdoberfläche
den Mittelpunct der Himmelskugel antreffen, dies
will so viel sagen, daß die ganze Erde in Verglei-
chung der Entfernung der Himmelskörper oder der
Größe der Himmelskugel kein Verhältniß haben
müsse.

Von der Eintheilung der Himmelskugel in Graden.

§. 74.

Aus dem vorigen wird es begreiflich, wie
sich die Astronomen an der inwendigen Aushölung
einer blos erscheinenden ob gleich nirgends zu fin-
denden Himmelskugel, Kreise und ihren Umfang,
wie bey allen übrigen in 360° abgetheilt vorstellen,
weil es hiebey nicht auf die Größe dieser Grade,
oder nicht auf die Größe des Halbmeßers, womit
der eingebildete Kreis beschrieben worden, (§. 2.)

sondern nur auf die Größe des am Auge, daß im Mittelpunct desselben zu stehen glaubt, sich formirenden Winkels ankömmt. Wäre nach fig. 3. der Mond in L und die Sonne nach S hinaus, so würden beyde um den Bogen SA = 40° = den Winkel o an der Himmelskugel von einander stehen. Stünde nach D hinaus, viele tausendmal weiter, ein Stern, so wäre deßen scheinbarer Abstand von der Sonne 120° und vom Mond 80°.

§. 75. Hoch oder niedrig am Himmel stehen, zeigt gleichfalls nicht die wirkliche größere oder kleinere Weite der Himmelskörper von uns an, sondern nur, ob die Gesichtslinien nach ihnen, von einem gewißen größten Kreis, welcher die Gränze der uns sichtbaren Halbkugel des Himmels macht, mehr oder weniger aufwärts oder gegen den Punct gerade über uns, den wir hiebey als den höchsten annehmen, gehn, in Graden der Himmelskugel gerechnet. In fig. 37. steht der Mond in m höher als die Sterne r und s.

§. 76. Die scheinbare Größe eines Grades am Himmel läßt sich aus dem Anblick der Sonne oder des Mondes abnehmen, welche etwa 30′ oder einen halben Grad im Durchmeßer haben. Hiernach ist der scheinbare Abstand zweyer Sterne beyläufig zu schätzen, wobey sich aber für unser Auge optische Betrüge mit einmischen. Diese scheinbare Größe der Sonne und des Mondes allein, bestimmt unterdeßen nichts von ihrer wahren Größe,

denn

denn nach fig. 38. kann der Mond von a aus betrachtet in m oder viel weiter von uns in n stehen, ohne daß der Sehewinkel in a dadurch verändert würde.

Von den Kreisen der Himmelskugel und deren Flächen.

§. 77.

Da wir im Mittelpunct der Himmelskugel zu stehen uns einbilden, so sind wir auch im Mittelpunct der Fläche eines jeden größten Kreises (§. 35.) derselben, er habe eine Lage wie er wolle. Diese Flächen muß man sich gleichfalls in der Astronomie von keiner bestimmten Größe gedenken, man kann solche bis an die scheinbare Himmelskugel hinaus, das heißt, ohne Gränzen ausgebreitet sich vorstellen; denn nicht auf ihre Ausdehnung, sondern allein auf ihre Lage kommt hier alles an.

§. 78. Gesetzt der Mond stehe mit einem gewißen Stern am Himmel in einem gleichen größten Kreise der Sphäre, so ist das so viel: Die Fläche dieses Kreises welche man sich vom Auge bis an der Himmelskugel ausgebreitet vorstellt, geht durch den Mond und zugleich durch den unermeßlich weit hinter ihm stehenden Stern. Wäre nach fig. 37. MRSA ein Theil dieses größten Kreises und MoA deßen Fläche, welche mit der Fläche des Papiers übereinkommt, so ist das vorher gesagte leicht zu begreifen. So bald aber der Mond über den

Punct m und also über die Fläche des Papiers erhaben wäre, so kann er nicht mehr mit dem Stern r zugleich in den größten Kreis MRS erscheinen.

§. 79. Nach fig. 39. sey AOB der Durchschnitt eines größten Kreises, in deßen Flächen-Mittelpunct das Auge in O stehe. Der Mond befinde sich gerade über h in n, so wird der Winkel m = dem Bogen eines andern auf dem vorigen senkrecht stehenden größten Kreises BDFA den scheinbaren Abstand des Mondes von der erstern Fläche in Graden meßen. Die wahre Entfernung des Mondes hn von dieser Fläche wird hier nicht verstanden, da diese von deßen wahren Entfernung von O abhängt; steht der Mond in l, so bleibt der Winkel m unverändert, obgleich alsdann sein Abstand von der Fläche AOB, kl wäre; im Gegentheil kann der Mond in L oder M gleich weit von der Fläche abstehen, und uns in O gleichwol unter verschiedenen Winkeln von derselben entfernt ins Auge fallen.

§. 80. Die Flächen der kleinern oder mit den größten parallel laufenden Kreisen der Himmelskugel laßen sich unterdessen nicht so wie bey jenen (§. 77.) erweitern, ohne in der Astronomie irrige Vorstellungen zu erregen, denn diese erweiterte Flächen würden, so groß man sich auch immer die Himmelskugel gedächte, doch allemal außer derselben gehen, weil das Auge vom Mittelpunct ihrer Kreisfläche eine auf derselben senkrechte Entfernung hat (§. 40.), daher zwey Himmelskörper die in der Fläche eines kleinern Kreises stehen von uns betrachtet

tet, in zwey unterschiedenen Puncten des Himmels erscheinen. Die Grade ihres Umkreises sind daher gleichfalls nicht anders brauchbar, als wenn sie auf das allgemeine Maaß scheinbarer Entfernungen am Himmel, nemlich: Bögen größter Circul reducirt werden.

Namen und Beschreibung der an der Himmelskugel eingeführten Kreisen und Puncten.

§. 81.

Unter allen möglichen Puncten, größten und kleinern Kreisen der Himmelskugel, haben diejenigen welche sich auf den Horizont eines Orts und den allgemeinen scheinbaren Umlauf des Himmels oder einzelner Körper beziehen, und wodurch sich auch die himmlischen Erscheinungen erklären laßen, besondere Benennungen erhalten, und verdienen eine genauere Beschreibung ihrer Lage und Bestimmung. Sie sind schon in dem entferntesten Alterthum von den Chaldäern, Aegyptiern, Griechen und Arabern eingeführt, wovon noch zum Theil ihre Namen zeugen, wofür wir aber anjetzt deutsche Ausdrücke haben. Verschiedene dieser Kreise stehen dergestallt mit einander in Verbindung, daß keiner ohne den andern erklärt werden kann. Unterdessen wird sich doch ihre Beschreibung nach folgender Abtheilung am schicklichsten ordnen laßen, nachdem sich selbige vornemlich auf drey Haupt- oder größte Kreise beziehen.

Diejenigen Kreise und Puncte, welche sich auf den Horizont beziehen. Fig. 40.

§. 82.

Der Horizont, Gesichtskreis, ist ein größter Kreis, welcher die uns sichtbare und unsichtbare Halbkugel des Himmels von einander scheidet. Wenn wir uns auf einem ebenen Felde oder auf der See allenthalben frey umsehen können, so zeigt sich da, wo der Himmel um uns herum hinter der Erdoberfläche zu gehen scheint, der Gesichtskreis. Dies ist alsdann eigentlich der scheinbare oder Meer-Horizont, deßen Fläche sich vom Standpunct des Beobachters waagerecht bis an die Himmelskugel ausbreitet. Die Fläche des wahren Horizonts geht vom Mittelpunct der Erde mit dem scheinbaren parallel eben dahin; beyde sind aber wegen der großen Entfernung der Himmelskörper für eins zu halten, so daß wir auf einmal, wenn uns keine nahe oder entlegene erhabene Gegenstände hindern 180° oder die völlige Halbkugel des Himmels übersehen. Daher auch allemal von allen größten Kreisen die Hälfte übern Horizont steht. Wenn die Himmelskörper über den Horizont kommen, so gehen sie auf und werden uns sichtbar, und wenn sie sich unter demselben verbergen, so gehen sie unter und werden für uns unsichtbar. In der Figur ist HZRN ein Durchschnitt der Himmelskugel nach einem größten Kreise HCR der halbe Kreis des Horizonts, HZR der sichtbare, HNR der unsichtbare Theil des Himmels.

§. 83.

§. 83. Zenith und Nadir, Scheitel und Fußpunct. Der erste befindet sich senkrecht über unsern Standort in Z und ist von allen Puncten des Himmels der höchste oder vom Horizont am weitesten, nemlich überall 90° entfernt. Der andere ist in der unsichtbaren Halbkugel dem Scheitelpunct gerade gegen über in N anzutreffen. Beyde Puncte sind übrigens die Pole des Horizonts, und die gerade Linie ZN ihre Axe.

§. 84. Vertical oder Scheitelkreise. So heißen Bögen größter Kreise von 90° oder Quadranten. ZH, ZB, ZD, welche man sich vom Zenith Z aus senkrecht nach allen Puncten des Horizonts hinunter gezogen vorstellt, und auf welchem die Höhe der Sterne vom Horizont an gerechnet wird. Im Horizont hat ein Stern keine; im Zenith seine größte mögliche Höhe von 90°. Der Bogen BS ist die Höhe des Sterns S über den Horizont.

§. 85. Almucantharats, Höhen-Circul. Sind kleinere Kreise der Sphäre, wie AE, FG, welche über einander, mit dem Horizont parallel gezogen werden, und folglich gegen den Scheitelpunct herauf immer kleiner werden. Sie schneiden, indem sie durch einen Stern gehen, auf dem Vertical-Kreis seine Höhe ab, wie FG für den Stern S und zeigen für jeden Augenblick alle Sterne an, die eine gleiche Höhe haben, wie S und T.

§. 86. *Plagis Mundi*, Weltgegenden. So heißen vornemlich die vier Hauptabtheilungen des Gesichtskreises nach den Tageszeiten, oder nach den Winden, welche folglich 90° von einander liegen.

 Doch

Doch werden nicht allein diese Puncte am Horizont, sondern die zwischen denselben und dem Zenith stehende Verticalkreise hiernach benennt. Die Sonne steht alle Morgen um 6 Uhr genau in Morgen oder Osten, und alle Abend um 6 Uhr genau in Abend oder Westen, sie mag alsdenn wie im Sommer über, oder wie im Winter unter dem Horizont seyn. Des Mittags um 12 Uhr zeigt die Sonne durchs ganze Jahr den Punct und Verticalkreis Mittag oder Süden an, welchem gerade gegen über Mitternacht oder Norden ist, worin die Sonne um 12 Uhr des Nachts unter dem Horizont steht. Hat man die Sonne des Mittags in Süden gerade vor sich, so ist zur rechten Westen, zur linken Osten und hintern Rücken Norden. Ein Compaß zeigt auch diese Weltgegenden zu aller Zeit beyläufig, weil die Magnetnadel beynahe nach Norden weiset, und genau, wenn deßen Abweichung bekannt ist. Zwischen den 4 Hauptgegenden liegen 4 Nebengegenden: Als zwischen Norden und Osten: Nordost; zwischen Osten und Süden: Südost; zwischen Süden und Westen: Südwest; zwischen Westen und Norden: Nordwest. Zwischen diesen 8 kommen noch 24 Nebengegenden vor, so daß in der Schiffahrt, wo dies besonders nöthig ist, der Kreis des Horizonts in 32 Theile abgetheilt wird, deren Namen daselbst vorkommen werden. Die Himmelskörper gehen vom Punct Norden an nach Osten herum bis nach Süden am Horizont auf, und vom Südpunct nach Westen herum bis zum Nordpunct unter.

§. 87.

§. 87. *Amplitudo ortiva et occidua*, die Morgen und Abendweite; heißt ein Bogen am Horizont nach Norden oder Süden zwischen den eigentlichen Ost oder Westpunct, und demjenigen wo die Himmelskörper auf oder untergehen. So wäre, wenn ein Stern in D unterginge CD seine Abendweite oder seine Entfernung am Horizont von dem Westpunct C nach Süden.

§. 88. Azimuth. So wird der Winkel am Zenith zwischen einem gewißen westlichen oder östlichen Verticalkreise, und demjenigen der genau nach Süden oder Mittag gehet, genennt; deßen Maaß sich an dem zwischen beyden am Horizont liegenden Bogen ergiebt. Es sey ZH der Verticalkreis gegen Süden, so wäre das Azimuth des Sterns S der Winkel n oder der Bogen HB, nach Westen, wenn C den Westpunct vorstellt.

§. 89. Dämmerungscircul: Ist ein kleinerer Kreis da, welcher in einer Tiefe von 18° unter dem Horizont und mit demselben parallel liegt. Wenn die Sonne vor ihren Aufgang des Morgens und nach ihren Untergang des Abends diesen Kreis erreicht, so fängt die Morgendämmerung an, und hört die Abenddämmerung auf, wovon er den Namen hat.

§. 90. Wenn der Standort eines Beobachters sich auf der Erde von Norden nach Süden merklich ändert, so rückt der Gesichtskreis, folglich auch deßen Pole, nemlich Zenith und Nadir, imgleichen die Scheitel und Höhenkreise in andern Puncten der Himmelskugel. Die Weltgegenden bleiben nach

derselben Richtung hinaus, allein die Sonne steht da wo sie die vier Tageszeiten anzeigt höher oder niedriger. Die Abend und Morgenweite wird bey einem jeden Sterne nebst Sonne und Mond größer oder kleiner. Der Azimuthalwinkel fällt für eine gleiche Zeit anders aus, und der Dämmerungscircul zieht sich durch andere Puncte des Himmels. Geschieht die Veränderung des Ortes aber gerade nach Osten und Westen, so behalten alle diese Kreise und Puncte eine unverrückte Lage gegen die scheinbare unbewegliche Himmelskugel.

Diejenigen Kreise und Puncte, welche sich auf den Aequator beziehen, fig. 41.

§. 91.

Die Himmelskugel scheint sich in 24 Stunden von Morgen gegen Abend um die Erde herum zu drehen. Die beyden Puncte um welche diese Umwälzung geschieht, heißen die Weltpole. Der eine steht nach Norden und der andere nach Süden. Wir haben in unsern Ländern den Nordpol übern Horizont in dem Verticalkreis welcher genau nach Norden geht, in einer Höhe von einigen 50°. Der Südpol ist um eben so viel unter unsern Horizont in Süden verborgen. In der Figur ist HR der Horizont, N der Nord und S der Südpol.

§. 92. Weltaxe, heißt die gerade Linie NS von einem Weltpol zum andern.

§. 93. Der Aequator. Gleicher, die Mittellinie. Ist derjenige größte Kreis der Himmelskugel,

kugel, welcher 90° von den Weltpolen, die zugleich seine Pole sind, und also gerade zwischen beyden beschrieben wird. Er theilt die Himmelskugel in die Nördliche und Südliche Hälfte ab. Wenn die Sonne zweymal im Jahr, nemlich am 21sten März und 23sten September diesen Kreis erreicht, so ist auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lang, daher er seinen Namen hat. Weil der Nordpol bey uns übern Horizont erhaben ist, und beständig auf einer Stelle bleibt, so hat der halbe Kreis des Aequators eine unverrückte Lage schräge nach Süden hin, da er den Horizont genau im Ost und Westpunct berührt. Seine Grade werden vom Abend gegen Morgen herum in einem fortgezählt. In der Figur stellt HWR die westliche Hälfte des Horizonts, und AWE des Aequators vor. In W ist der Westpunct, demnach H der Süd- und R der Nordpunct am Horizont.

§. 94. Der Meridian, Mittagscircul. Ist für einen jeden Ort der Erde, derjenige größte Kreis welcher die Himmelskugel in die Westliche und Oestliche Hälfte abtheilt, den Aequator senkrecht durchschneidet, durch beyde Pole imgleichen den Scheitel und Fußpunct gehet. Es ist in der Figur HZRN der Mittagskreis. Der Theil deßelben ZH ist bisher der Südliche und ZR der Nordliche Verticalkreis genennt worden. Wenn die Himmelskörper in ihren täglichen Umlauf den Meridian erreichen, so sind sie gerade in der Mitte ihres Weges vom Auf- bis Untergang und haben ihren höchsten Stand über den Horizont erreicht. Die Sonne steht um 12 Uhr

Uhr des Mittags im Meridian, und daher hat er den Namen. Durch den Mittag gehen, heißt: culminiren.

§. 95. Tagescircul, heißen diejenigen Kreise welche die Himmelskörper in 24 Stunden mit dem Aequator parallel zu beschreiben scheinen, wie gh und nm, und sind daher kleinere Kreise der Sphäre, deren Größe gegen die Pole hin nach und nach abnimmt, daher die Bewegung daselbst immer langsamer, im Aequator als den größten Tagescircul aber am schnellsten beobachtet wird. Vornemlich aber führt der über den Horizont stehende Theil dieser Kreise, wovon no und gp Hälften sind, diesen Namen, welchen die Himmelskörper vom Auf- bis Untergange beschreiben. Vom Aequator ist allemal die Hälfte über dem Horizont, daher sind die daselbst stehenden Gestirne 12 Stunden sichtbar. Weil der Nordpol bey uns über dem Horizont erhaben ist, so ist von den Tagescirculn Nordwärts übern Aequator mehr; und von den südwärts unter demselben liegenden, weniger als die Hälfte über den Gesichtskreis; wie sich aus der Figur abnehmen läßt. Die Nordlichen bleiben endlich völlig über, und die Südlichen völlig unter dem Horizont.

§. 96. Die Tropici, Wendecircul: Sind zwey kleinere Circul der Sphäre auf beyden Seiten des Aequators, in einer Entfernung von $23\frac{1}{2}°$ parallel gezogen. Sie schließen den Raum ein, innerhalb welchen sich beständig die Sonne aufhält. Der Nordliche gh heißt der Wendecircul des Krebses,

wel-

welchen die Sonne am längsten, und der Südliche um der Wendecircul des Steinbocks, welchen die Sonne am kürzesten Tage beschreibt. Beyde sind demnach Tagescircul der Sonne für die bemerkte Zeit, nach welcher sie sich wieder zum Aequator wendet, woher der Name Wendecircul entstanden ist.

§. 97. Polarcircul. Sind zwey kleinere Circul, welche um die Weltpole in einem Abstande von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ folglich mit dem Aequator und Wendecirculn parallel gezogen werden und sodann durch die Pole der Sonnenbahn gehen. In der Figur ist cad die Hälfte des nordlichen, und ebf die Hälfte des südlichen Polarcirculs.

§. 98. Die Coluren: Sind zwey größte Circul, eigentlich zwey Meridiane, welche durch die Weltpole unter rechte Winkel gehen, und da wo sie den Aequator und die Sonnenbahn durchschneiden die Puncte bezeichnen, wo sich die Sonne zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche (Aequinoctium) im März und September, und der Sommer und Wintersonnenwenden (Solstitium) im Junii und December, befindet.

§. 99. Der erste Punct des Widders: heißt der Punct des Aequators von welchen man anfängt die Grade deßelben von Abend gegen Morgen zu zählen, und wo zugleich die Sonnenbahn, den Aequator, zum erstenmal durchschneidet.

§. 100. *Ascensio recta*, gerade Auffsteigung. Heißt ein jeder Bogen des Aequators vom ersten Punct des Widders an gegen Morgen gerechnet.

Die

Die gerade Aufsteigung der Sonne oder eines Sterns, ist auch der Punct des Aequators welcher mit ihnen zugleich im Meridian steht. Dahingegen:

§ 101. *Ascensio* und *Descensio obliqua* die schiefe Auf- und Niedersteigung derjenige Punct des Aequators ist, welcher mit einem Stern der Sonne ꝛc. zugleich auf oder untergeht.

§. 102. *Declinatio*, Abweichung. Heißt der Abstand eines Himmelskörpers vom Aequator nach Norden oder Süden, in einen durch die Weltpole auf dem Aequator senkrecht gezogenen größten Kreis oder Meridian gerechnet. Die Abweichung wird vom Aequator an bis zum Pol also bis zu 90° gerechnet. Die gerade Aufsteigung wird nicht allein im Aequator, sondern auch an den zwischen den Meridian oder Abweichungkreis der durch den ersten Punct des Widders geht und einen jeden andern Meridian, Nord- und Südwärts vom Aequator liegenden Bogen gerechnet.

§. 103. Stundenwinkel: Ist ein Bogen des Aequators in Zeit verwandelt, nachdem nemlich alle 360° deßelben in 24 Stunden herumkommen, welcher sich zugleich am Weltpol zwischen zween Meridianen ergiebt.

§. 104. Bey dem veränderten Standort eines Menschen nach Norden oder Süden leidet die Höhe des Pols, die Lage der Weltaxe, des Aequators, der Tagescircul und ihrer Größe, der Tropici und Polarcircul gegen seinen Horizont eine gemeinschaftliche Veränderung, auch fällt die schiefe Auf- und Niedersteigung in andere Puncte des Aequators. Begiebt

er

er sich nach Westen oder Osten, so erhält er auch andere Meridiane; die übrigen Bögen und Puncte sind bey beyden Ortsveränderungen beständig.

Diejenigen Kreise und Puncte, welche sich auf die Ecliptik beziehen, fig. 41.

§. 105.

Die Ecliptik, Sonnenbahn: Ist derjenige größte Kreis der Himmelskugel, in welchen sich die Sonne in einem Jahr von Abend gegen Morgen zu bewegen scheint. Er hat seinen Namen von *Eclipsis*, Finsterniß erhalten, weil die Sonnen- und Mondfinsterniße nur in seiner Nachbarschaft vorfallen. Diese Sonnenbahn durchschneidet den Aequator in zween einander gegen über stehenden Puncten, unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ so daß der um diese Weite vom Aequator entlegenste Punct der nordlichen Hälfte den Krebs, und der Südliche, den Steinbockswendecircul berührt. In Figur 41. ist r♈ts der halbe Kreis der Ecliptik, welche in t den Steinbockswendecircul berührt und in ♈ den Aequator durchschneidet. Die Ecliptik wird in 12 Zeichen und jedes besonders in 30° abgetheilt. Ihre Namen und Bezeichnungen sind: Widder ♈; Stier ♉; Zwillinge ♊; Krebs ♋; Löwe ♌; Jungfrau ♍; Waage ♎; Scorpion ♏; Schütze ♐; Steinbock ♑; Waßermann ♒; Fische ♓. Diese Benennungen sind von gewißen Sternfiguren hergenommen, welche ehedem die Stellen dieser Abtheilungen einnahmen. Im folgen-

genden wird der scheinbare jährliche Lauf der Sonne durch diese Zeichen beschrieben. Noch ist anzumerken, daß von der Ecliptik beständig der halbe Theil über den Horizont, obgleich in verschiedenen Stellungen sichtbar ist.

§. 106. Die Pole der Ecliptik. Da die Ecliptik den Aequator unter einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{0}$ durchschneidet, so muß sie auch ihre besondere Pole haben, welche in einer Weite, die dieser Neigung gleich ist von den Weltpolen abstehen und sich in 24 Stunden um dieselben herum drehen. Aus dieser Bewegung der Pole der Ecliptik entsteht mittlerweile die veränderliche Lage dieses Kreises über dem Horizont (§. 105). Der Nordpol der Ecliptik ist uns beständig sichtbar, der südliche aber nie.

§. 107. *Zodiacus*, der Thierkreis. Zu beyden Seiten der Sonnenbahn werden in einer Entfernung von 10^{0} zwey Circul mit derselben parallel gezogen, die den Raum einschließen, innerhalb welchen sich der Mond und alle Planeten beständig aufhalten, da diese nicht der Sonnenbahn folgen, und einige beynahe bis zu dem gedachten Abstande davon abweichen. Die hieraus entstehende Zone am Himmel von 20^{0} Breite, heißt der Thierkreis nach ihrer mit der Ecliptik gemeinschaftlichen Abtheilung in 12 Zeichen, die mehrentheils nach thierischen Figuren benennt sind.

§. 108. Länge: Heißt ein jeder Bogen der Ecliptik vom ersten Punct des Widders an gegen Morgen gerechnet. Sie wird aber nicht wie beym Aequator in einem fort in Graden, sondern nach

den

den Zeichen und Graden der Ecliptik besonders gezählt.

§. 109. Breite. So wird der Abstand eines Sterns von der Ecliptik gegen Norden oder Süden genennt, an den von ihren Polen senkrecht herunter gezogenen Kreisen gerechnet, die daher Breitenkreise heißen. Von der Ecliptik bis zu ihren Polen wird die Breite folglich von 0 bis 90° gezählt. Die Länge wird auch nicht allein in der Ecliptik selbst, sondern nord und südwärts derselben an einen zwischen den Breitenkreis der durch den ersten Punct des Widders geht, und einem jeden andern liegenden Bogen gerechnet. Länge und Breite sind das in Ansehung der Ecliptik, was gerade Aufsteigung und Abweichung in Ansehung des Aequators sind.

§. 110. Knoten, der Mond, Planeten und Kometenbahnen. Heißen die zwey Puncte, in welchen die Bahnen dieser Himmelskörper die Ecliptik an der scheinbaren Himmelskugel durchschneiden, folglich in der Ecliptik stehen und keine Breite haben. Oder der gemeinschaftliche Durchschnitt der Flächen ihrer Bahnen und der Fläche der Ecliptik im Weltraum zeigt den Ort beyder Knoten an der Himmelskugel an, welche einander gerade gegen über stehen.

§. 111. *Obliquitas Eclipticae.* Schiefe der Ecliptik. Heißt die Neigung oder der Winkel von $23\frac{1}{2}°$ unter welchen die Ecliptik mit den Thierkreis den Aequator durchschneidet.

§. 112. Bey einem veränderten Stande des Beobachters auf der Erde nach Norden oder Süden wird die Lage der Ecliptik und des Thierkreises gegen den Horizont verändert, auch kommen die Pole der Ecliptik höher oder niedriger gegen demselben. Begiebt sich aber ein Mensch nach Osten oder Westen, so behalten diese Kreise ihre Stellung. Die übrigen Puncte und Bögen sind beständig.

Nachweisung der vorhin beschriebenen eingebildeten Kreise und Puncte, auf einer künstlichen Himmelskugel, (Globus) Ringkugel, (Sphaera armillaris) ꝛc.

§. 113.

Bey der von §. 82. bis 112. gegebenen Erklärung der an der scheinbaren Himmelskugel vorkommenden Kreisen und Puncten, ist es sehr nöthig zu einer beßern Vorstellung derselben einen Globus mit zu Hülfe zu nehmen. Dieser bildet den Himmel im Kleinen verhältnißmäßig ab, weil alle Kreise deßelben darauf in eben der Lage verzeichnet und die Sterne in ihrer Beziehung auf einige dieser Kreise richtig aufgetragen worden. Der Zuschauer wird aber bey den Globen wieder die Wahrheit außerhalb der Himmelskugel gesetzt, woraus eine umgewendete Lage der Sterne gegen einander auf ihrer Oberfläche entsteht.

§. 114. Stellt man sich das Auge im Mittelpunct des Globi vor, wenn derselbe mit der Polhöhe des Orts der Beobachtung und den Weltgegenden

den übereinstimmend gestellt ist, so kommen die Flächen der größten Kreise dieser kleinen Kugel mit den Flächen dieser Kreise im Weltraum zusammen; oder die Flächen der erstern werden bis an die scheinbare Himmelskugel hinaus erweitert, an derselben die Richtung der letztern daselbst anzeigen, weil der Mittelpunct des Globi überall auf der Erde mit dem Mittelpunct der scheinbaren Himmelskugel übereinkommt (§. 73.). Die Flächen der kleinern Kreise des Globi hingegen, liegen mit den Flächen dieser Kreise am Himmel parallel (§. 40.).

§. 115. Eben dieses läßt sich von den Kreisen der Sphära armillaris oder durchbrochenen Ringkugel bemerken, welche blos aus den vornehmsten derselben die am Himmel vorkommen, von Holz, Pappe oder Meßing verfertigt, zusammengesetzt ist, und daher ihre sinnliche Vorstellung ungemein befördert. Gewöhnlich zeigt diese künstliche Sphäre sechs große und vier kleinere Kreise. Nemlich: den Horizont welchen das Gestelle trägt, den Meridian, den Aequator, die Ecliptik vom Thierkreis eingeschlossen, und die beyden Coluren; dann: die beyden Wende- und Polarcircul. Aus den 8 letztern besteht eigentlich die Ringkugel, welche sich innerhalb dem Horizont und Meridian herumdrehen läßt, auch noch um den Nordpol einen kleinen Stundenkreis hat. In der Mitte wird an ihrer Axe eine kleine Erdkugel aufgestellt, und ein Quadrant von Blech, der inwendig vom Nordpol der Ecliptik herunter geht und beweglich ist, zeigt durch das an seinem Ende befestigte Sonnenbild den jährlichen

Umlauf der Sonne in der Ecliptik; es kommt auch zuweilen noch der Mond vor.

§. 116. Bey den Globen wird der Horizont ziemlich breit gemacht und ruht auf dem Gestelle. Es zeigt sich auf denselben außer den Weltgegenden nach den Winden, ein Calender, welcher den Ort der Sonne für einen jeden Tag angiebt. Zenith und Nadir sind allemal die höchsten und tiefsten Puncte auf der Kugel. Die Verticalkreise werden durch einen meßingenen Quadranten vorgestellt, welcher beym Zenith am Meridian angeschraubt, sich aber doch auf jeden Punct des Horizonts schieben läßt, und so die Stelle aller möglichen vertritt. Die Höhencircul kommen eigentlich nicht vor, laßen sich aber durch den allgemeinen meßingenen Verticalkreis eben so wie das Azimüth erklären. Die Abend- und Morgenweite findet sich am Horizont der Kugel und der Dämmerungscircul läßt sich leicht vorstellen. Die Weltpole zeigen sich deutlich auf der Kugel, ihre Axe geht mitten durch dieselbe. Der Aequator ist bald zu unterscheiden. Den Meridian stellt der in den Horizont senkrecht eingelaßene meßingene Kreis vor, innerhalb welchen sich die Kugel um ihre Axe drehen läßt. Er dient statt aller übrigen die man sich durch einen jeden Punct des Aequators gezogen vorstellt, so bald dieser Punct unter ihm gestellt wird. Die Tagescircul muß man sich als Parallelkreise des Aequators gedenken. Die beyden Wende- und Polarcircul aber sind abgebildet. Die beyden Colur-Meridiane zeigen sich gleichfalls auf der Kugel, da alle

übrige

übrige fehlen. Der erste Punct des Widders ist leicht zu finden. Die gerade Aufsteigung wird am Aequator oder seinen Parallelen und die Abweichung am Meridian abgezählt. Den Stundenwinkel zeigt der an der Axe beym Nordpol angebrachte Stundenkreis. Die Ecliptik macht sich in ihrer schiefen Lage gegen den Aequator leicht kenntlich und eben so ihre Pole gegen die Weltpole. Der Thierkreis läßt sich in den Raum von 10° zu beyden Seiten der Ecliptik leicht vorstellen. Die Länge wird in der Ecliptik oder in ihren gezogenen Parallelkreisen und die Breite an den gleichfalls gezogenen Breitenkreisen, die alle durch die Pole der Ecliptik gehen, gerechnet. Die Knoten der Mond und Planetenbahnen sind für einen jeden vorkommenden Fall in der Ecliptik zu finden.

§. 117. Ob und wie sich die Lage dieser Kreise und Puncte bey einer andern Polhöhe, das heißt, bey einem veränderten Stande des Beobachters nach Norden oder Süden verändert, läßt sich an dergleichen künstlichen Himmelskugeln und Sphären leicht zeigen. Von den Aufgaben welche sich daran auflösen laßen, werden in der Folge die vornehmsten vorkommen.

§. 118. An den Hohlkugeln und Sternkegeln, welche den Himmel an der inwendigen Fläche zweyer Halbkugeln oder zweyer stumpfer Kegel vorstellen, imgleichen auf den platten Himmelscharten, welche entweder den ganzen Himmel in zween Scheiben, Planisphären einschließen, oder nur einzelne Theile deßelben abbilden, kommen viele der vorigen Kreise

 und

und Puncte gleichfalls vor, deren Stellung und Anwendung zu zeigen ist.

Der scheinbare jährliche Lauf der Sonne in der Ecliptik. Fig. 42.

§. 119.

Dies ist die weitere Ausführung des 105 §. Es sey ♈♎♈ der Umkreis des Aequators in einer geraden Linie vorgestellt, so wird die Ecliptik in die Lage ♈♋♎♑♈ erscheinen; BA ist der Krebs- und DC der Steinbock wendecircul, zwischen welchen die Ecliptik eingeschloßen ist. Zu beyden Seiten derselben sind auf 10° Abstand, die Gränzen für den Thierkreis gezogen. Die Sonne durchläuft den Kreis ihrer Bahn in einem Jahr oder 365 Tagen von Abend gegen Morgen nach der Ordnung wie die Zeichen auf einander folgen, und legt daher täglich beynahe einen Grad zurück. Am 21sten März ist sie im ersten Punkt des ♈, (zwischen B und D) wo die Ecliptik den Aequator zum erstenmal berührt und alsdann ist das Frühlings-Aequinoctium oder Tag und Nacht überall auf der Erde gleich lang. Von hier steigt die Sonne in den Frühlingsmonaten durch die Zeichen ♈♉ und ♊ über den Aequator nach und nach gegen Norden herauf, da die Tage bey uns länger werden. Am 21sten Junii erreicht sie den ersten Punct des ♋ und ist am weitesten vom Aequator, nemlich $23\frac{1}{2}°$ nach Norden entfernt; alsdann ist in den nordlichen Ländern der längste Tag und das Som-

mer-

mersolstitium oder die Sommersonnenwende, wo die Sonne zugleich den Krebswendecircul berührt. Von hier geht die Sonne in den Sommermonaten durch die Zeichen ♋ ♌ ♍ und nähert sich wieder dem Aequator. Am 23sten September erreicht sie diesen Kreis im ersten Punct der ♎ und macht abermal auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lang, welches das Herbst-Aequinoctium heißt. Sie rückt von da durch ♎ ♏ ♐ in den Herbstmonaten fort, bis sie am 21sten December den ersten Punct des ♑ erreicht, den Wendecircul des Steinbocks berührt und ihren größten Abstand vom Aequator nach Süden von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ erreicht, welches das Wintersolstitium oder die Wintersonnenwende heißt, da bey uns der kürzste Tag einfällt. Vom ♑ läuft die Sonne wieder gegen den Aequator durch die Zeichen ♑ ♒ ♓ in den Wintermonaten herauf, bis sie den 21sten März den ersten Punct des ♈ erreicht und damit ihren jährlichen Umlauf vollendet hat.



Dritter Abschnitt.

Vom Ursprung der Sternbilder, ihre Beschreibung, Hülfsmittel sie kennen zu lernen, Gebrauch der Himmelskugeln ꝛc.

Ursprung der Sternbilder.

§. 120.

Es ist gewiß, daß die fleißigen Beobachtungen jener lichten Körper am Sterngewölbe, bereits bald nach der Bevölkerung der Erde eine Beschäftigung der Menschen geworden seyn müßen, weil eines theils der Anblick des Himmelslaufes eine gewisse Neubegierde zu erregen fähig ist, und dann weil sich bey einem geringen Nachdenken zugleich zeigte, daß nur an den beständigen und gleichförmigen Fortrückungen der Himmelskörper, eine richtige Abtheilung der Zeit, dieses schon damals wichtige Bedürfniß der menschlichen Gesellschaft zu erlernen sey.

§. 121. Der einmalige Umschwung der ganzen Himmelskugel wurde daher zur Dauer eines Tages und deßen Abtheilungen bestimmt; der Lauf des Mondes und deßen periodisch abwechselnde Lichtgestalten, gab die Monate und Wochen, und die mehr als zwölfmal längere Wiederkehr der Sonne

ne zu einem nemlichen Punct des Himmels, maaß die Länge eines Jahres.

§. 122. Um aber dieses bestimmen zu können mußten vorher nothwendig die Fixsterne und vornemlich diejenigen durch welche Sonne und Mond ihren Weg nehmen bekannt seyn, weil sich die Dauer ihres Umlaufes damals nur durch den Augenschein an ihrer Rückkehr zu einem und demselben Fixstern welchen man für unbeweglich halten konnte, abnehmen ließ.

§. 123. Daher erfanden die Alten das dem Gedächtniß zur Kenntniß der Sterne sehr bequeme Hülfsmittel, sich in der Stellung einiger nicht weit von einander stehender Sterne, gewiße menschliche thierische rc. Gestalten zu gedenken, auch den vornehmsten Sternen besondere Namen beyzulegen und dies gab den sogenannten Sternbildern oder Gestirnen den Ursprung.

§. 124. Der bemerkte Auf- oder Untergang eines bekannten Gestirns oder einzelnen Sterns mit der Sonne auch deßen Verschwindung oder Erscheinung in der Abend- und Morgendämmerung rc. diente alsdann in den damaligen Weltalter einem jeden, die Zeit des Jahres und damit die darin vorzunehmende Beschäftigungen des Ackerbaues, der Viehzucht rc. anzuweisen, und die erste Erblickung des Mondes nach dem neuen Lichte kündigte den Anfang eines neuen Monats und die Feyer Gott geheiligter Tage an.

§. 125. Die eigentliche Zeit des Ursprungs der Gestirne verliert sich in dem entferntesten Alterthum,

doch wißen wir noch aus der Geschichte von den alten Chaldäern, Babyloniern und Aegyptiern, viele derselben herzuleiten. Die erstern Völker sind schon bey den Alten als fleißige Himmelsforscher berühmt. Sie bewohnten die weiten Ebenen von Sinear um Babylon herum, und da sie wegen der Hitze ihres Landes bey ihrer gewöhnlichen Beschäftigung der Viehzucht, oftmals die Nacht unter freyem Himmel zubrachten, auch ihre Reisen zu der Zeit vornahmen, so gab der Anblick des bey ihnen selten bewölkten gestirnten Himmels, vielfältige Gelegenheit den Lauf der Gestirne nachzudenken und sich solche unter gewiße Figuren auszuzeichnen. Bey den Aegyptiern wurde die Sternkunde zugleich von den zur Verwaltung des Gottesdienstes bestellten Personen getrieben, welche denn ihre Gottheiten imgleichen Thiere die bey ihnen in besondern Würden standen unter die Sterne versetzten.

§. 126. Die Eintheilung des Thierkreises in 12 Zeichen jedes zu 30° hat ein hohes Alterthum und die Sterne dieses Gürtels sind ohnfehlbar zuerst in Bilder gebracht. Es läßt sich noch aus der Wahl derselben erkennen, daß jene alten Völker den Raum worin die Sonne einen Monat verweilte, oder ein jedes Zeichen, einer gewißen Gottheit unter ihrer eingeführten bildlichen mehrentheils von einem Thiere hergenommenen Vorstellung (Hieroglyph) zugeeignet, dabey aber auch auf die Beschaffenheit der Jahrszeiten und Verrichtungen des Feldbaues in denselben Rücksicht genommen haben.

§. 127. Nachher waren vornemlich die Griechen beschäftigt neue Sternbilder hinzuzufügen, auch die bereits eingeführten nach ihren fabelhaften Götter- und Heldengeschichten oder den bey ihnen vorgefallenen Begebenheiten umzudeuten, wie denn auch die Planeten von den Göttern der Griechen und Römer ihre Namen erhielten. Die durch ihren Handel berühmten Phönizier und in den folgenden Zeiten die Araber, haben sich gleichfalls unter den Alten auf die Sternkenntniß gelegt.

Anmerk. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, wird an gehörigen Orten der fabelhafte Ursprung eines jeden Sternbildes nach den Erdichtungen der Aegyptier, Griechen und Römer kürzlich angezeigt.

§. 128. So entstunden am Sterngewölbe die Bilder von großen Helden, Göttern, Königen, Thieren, Schlangen, Flüssen, Kronen rc. nach Erdichtungen oder wahren Geschichten, deren Andenken die Alten der Vergeßenheit ihrer Nachwelt entreißen wollten, welcher Zweck aber nicht durchaus erreicht worden. Unterdeßen mischte sich bald hiebey in einem noch rohem Zeitalter der Aberglaube mit ein, und legte den anfangs willkührlich eingeführten Sternfiguren nach den Stand der Sonne und der Planeten in oder gegen dieselben, Bedeutungen bey, woraus endlich ein sehr unedler Mißbrauch dieser großen Werke Gottes, nemlich aus dem Stand der Gestirne die zufälligen und moralischen Begebenheiten der Welt und des Menschen zu berechnen, oder die wahrsagende Astrologie erwuchs.

§. 129. Eine aufgeklärtere Vernunft lehrt uns in der neuern Sternkunde eine beßere Anwendung des Himmelslaufes, und wir brauchen die Sternbilder blos, weil sie die Kenntniß der Sterne befördert, welche zu richtigen Begriffen von dem Lauf der Sonne und Planeten und damit zur Erkenntniß des wahren Weltbaues führt, auch Liebhabern auf eine unterhaltende Art den prächtigen Schauplatz des gestirnten Himmels zu beobachten Gelegenheit darbietet.

§. 130. Das Sterngewölbe wird unterdeßen dadurch nicht verunehrt, wenn wir noch jetzt an demselben uns jene alten heidnischen Bilder vorstellen, wie einige der neuern Astronomen glaubten, welche in einem frommen Wahn, lieber die Heiligen der Bibel und der Kirche, oder die ganze Wapenkunst unter den Gestirnen sehen mögten. Und wenn auch diese zum Mißverstande der ganzen alten Astronomie gereichende Neuerung eingeführt werden sollte so würde sich dabey eben so wenig Aehnlichkeit unter den Stellungen gewißer Sterne und den davon gemachten Figuren, als bey den alten Bildern zeigen.

Von den Sternverzeichnißen.

§. 131.

Erst lange nach der Abtheilung der Sterne in Bilder von Menschen, Thieren rc. wagten es die alten Astronomen, eine, anfangs für unmöglich gehaltene Zählung der Sterne am Himmel vorzuneh-

nehmen, in einem jeden Bilde wenigstens die vornehmsten zu bemerken, ihre Stellung gegen einen von den eingeführten Kreisen der Himmelskugel, vornemlich gegen dem Aequator, also der geraden Aufsteigung und Abweichung nach, in Verzeichniße zu bringen. Dieses kühne Unternehmen setzte schon genauere Beobachtungen mit guten Instrumenten voraus, die man von den ersten Erfindern der Sternbilder nicht erwarten konnte.

§. 132. Hipparch ein griechischer Sternkundiger war etwa 150 Jahr vor Christi Geburt der erste, welcher aus ältern und eigenen Wahrnehmungen ein Verzeichniß der geraden Aufsteigung und Abweichung der kenntlichsten Sterne zusammenbrachte, wozu ihm ein zu seiner Zeit neu erschienener Stern veranlaßt haben soll. Dieses älteste Sternverzeichniß hat uns Ptolemeus ein ägyptischer Astronom welcher etwa 130 Jahr nach Christo lebte, in seinem astronomischen Werke aufbehalten, und mit eigenen Beobachtungen vermehrt auf das Jahr 137 der christlichen Zeitrechnung gestellt. Es enthält 1022 Sterne nach ihren scheinbaren Größen in den 48 Sternbildern vertheilt, welche schon den Alten bekannt waren. Zwischen diesen Bildern aber blieben noch hin und wieder gestirnte Räume am Himmel übrig, welche die Astronomen der folgenden Zeiten mit neuen Sternfiguren ausgefüllt haben.

§. 133. Nach dem Ptolemeus sind verschiedene Sternkundige bemüht gewesen jenes alte und sehr unvollkommene Sternverzeichniß durch genauere

Beob-

Beobachtungen zu verbeßern. Tycho that dieses zu seiner Zeit und lieferte ein Verzeichniß von 777 der vornehmsten Sterne nach eigenen Wahrnehmungen, welchem Keppler 280 hinzufügte. Der Pater Ricciolus vermehrte hernach dies Kepplersche Verzeichniß. Halley beobachtete Ao. 1677 auf der Insel Helena gegen 400 Sterne am südlichen Himmel. Aus diesen verbeßerten Verzeichnißen und eigenen mit genauen Instrumenten angestellten Beobachtungen, brachten endlich Hevel zu Danzig nahe an 1900, und Flamstead zu Grenwich an 3000 Sterne zusammen. Doch sind die Astronomen noch immer bedacht, die sich auch bey diesen letztern Verzeichnißen noch findenden Unrichtigkeiten durch neue Beobachtungen abzuhelfen. Le Monnier, de la Caille, Zanotti, Mayer rc. haben vornemlich die Zodiacalsterne zu berichtigen gesucht. Auch hat de la Caille besonders mit vieler Mühe, am Vorgebürge der guten Hoffnung bey 10000 südliche Sterne die alle vom Steinbockswendecircul eingeschloßen werden beobachtet, und viele davon nach ihrer geraden Aufsteigung und Abweichung bestimmt.

Verzeichniß der 48 Sternbilder der Alten nach ihrer Lage am Himmel von Abend gegen Morgen.

Zwölf im Thierkreise.

§. 134.

Diese sind: der Widder, der Stier, die Zwillinge, der Krebs, der Löwe, die Jungfrau, die

Waage,

Waage, der Scorpion, der Schütze, der Steinbock, der Waßermann, die Fische.

Ein und zwanzig Nordlich übern Thierkreise.

§. 135. Die Caßiopeja, die Andromeda, der nordliche Triangel, der Perseus mit Medusens Kopf, der Fuhrmann, der große Bär, der nordliche Drache, der Bootes oder Bärenhüter, die nordliche Krone, der kleine Bär, der Herkules, die Schlange des Ophiuchus, der Ophiuchus oder Schlangenträger, der Geyer mit der Leyer, der fliegende Adler, der Pfeil, der Schwan, der Delphin, das kleine Pferd, der Pegasus oder das Musenpferd, der Cepheus.

Funfzehn Südlich unterm Thierkreise.

§. 136 Der Wallfisch, der Eridanfluß, der Orion, der Haase, der große Hund, der kleine Hund, das Schiff des Argo, die große Waßerschlange, der Becher, der Rabe, der Centaur, der Wolf, der Altar, die südliche Krone, der südliche Fisch.

Verzeichniß der neuern Sternbilder.

§. 137.

Vor 200 Jahren wurden auf den Seereisen nach den südlichen Gegenden der Erde, aus vielen Sternen der mittägigen Halbkugel die den Alten in Griechenland nicht aufgingen, zwölf Sternbilder formirt, nemlich: die americanische Gans, der Phö-

Phönix, die Wasserschlange, der Schwerdtfisch (Dorado), der fliegende Fisch, der Chameleon, die Fliege, der Paradiesvogel, der südliche Triangel, der Pfau, der Indianer, der Kranich.

§. 138. Tycho führte untern Adler den Antinous und westlich beym Bootes das Haupthaar der Berenice unter die Gestirne ein. Halley setzte die Eiche Carl II. gegen Süden beym Schiff, und Royer formirte unter andern die Taube und das Creutz am südlichen Himmel, imgleichen zeichnete er aus zween daselbst stehenden Haufen neblichter Sterne, die große und kleine Wolke. Beym Hevel findet sich noch: das Sobieskische Schild, Monoceros oder das Einhorn, das Cameelpard, der astronomische Sextant, die Jagdhunde, der kleine Löwe, der Lynx, (Luchs oder das Tiegerthier,) der Fuchs mit der Gans, die Eidexe, der kleine Triangel, Cerberus oder die dreyköpfigte Schlange.

§. 139. *De la Caille* fand endlich am südlichen Himmel noch Platz zu folgenden neuen Sternbildern wodurch er zugleich die neuern Erfindungen im Andenken erhalten wollte. Nemlich: die Bildhauer-Werkstatt, der chimische Ofen, die Pendul-Uhr, das rautenförmige Netz, der Grabstichel, die Staffeley, der See-Compaß, die Luftpumpe, der See-Octant nahe am Südpol, der Circul (das Instrument), das Lineal und Winkelmaaß, das Teleskop, das Mikroskop, der Tafelberg.

§. 140. Noch finden sich auf einigen Himmelscharten folgende neue oder veränderte Gestirne.

Beym

Beym Widder kommt die Fliege oder auch die französische Lilie vor. Unterm Bootes steht der Berg Maenalus. Antinous erscheint zuweilen mit Pfeil und Bogen. Zwischen die Jagdhunde steht das Herz Carl II. Statt der Jagdhunde wird zuweilen der Jordan, und statt des Fuchses mit der Gans der Tigrisfluß; statt des Cerberus ein Zweig, des Hauptaares der Berenice eine Korngarbe, und der Krone ein geflochtener Kranz ꝛc. vorgestellt. Auch ist auf den neuesten französischen Charten das Rennthier beym Nordpol abgebildet ꝛc.

§. 141. Diesen Verzeichnißen zufolge werden wir nunmehro nahe an 100 Sternbilder am Himmel haben. Unter welchen, vornemlich von denjenigen welche in Europa sichtbar sind, eine nähere Beschreibung ihrer eigentlichen figürlichen Vorstellung, Lage am Himmel, vornehmsten Sterne und Anzahl Sterne nach Flamstead, in meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, 3te Auflage von Seite 59 bis 82 zu finden ist. In den monatlichen Anleitungen dieses Buchs wird auch gehörigen Orts die Anzahl und die verschiedene Größe der Sterne eines jeden Bildes nach Hevels Sternverzeichniß welches uns Doppelmayer in seinem astronomischen Atlas liefert, angezeigt. Dieses Verzeichniß enthält überhaupt 1870 Sterne in 75 Bilder vertheilt, wovon 1096 in der nördlichen und 774 in der südlichen Halbkugel stehen. Hierunter sind 18 Sterne von der ersten, 68 von der zweiten, 209 von der dritten und die übrigen von geringerer Größe.

Anzeige der merkwürdigsten Sterne am Himmel.

§. 142.

Den vornehmsten Sternen haben bereits die alten Astronomen eigene Namen beygelegt, als: Alamak (2) am Fuß und Mirach (2) am Gürtel der Andromeda. Aldebaran (1) das südliche Auge des Stiers, mit welchen 4 kenntliche Sterne in Figur eines V stehen, und die Hyaden genannt werden. Auch ist noch im Stier das Siebengestirn, Plejades, die Glucke, ein Haufen kleiner Sterne worunter der hellste Alcyone heißt merkwürdig. Algenib (2) an der Seite des Perseus, und Algol (2) am Medusenkopf. Im Pegasus sind 3 Sterne 2ter Größe welche Algenib, Markab und Scheat heißen. Alhajoth auch Capella (1) wird der helle Stern am Rücken des Fuhrmanns genannt. Alphard (1) das Herz der großen Wasserschlange. Antares (1) das Herz des Scorpions. Arcturus (1) am Saum des Bootes. Asellus boreus et austrinus sind zwey kleine Sterne bey der Krippe (einem Haufen neblichter Sterne) im Krebs. Athair (1) am Halse des Adlers. Azimech auch Spica die Kornähre (1) in der Jungfrau, an deren nördlichen Flügel Vindemiatrix (3) steht. Bellatrix (2) an der westlichen und Beteigenze (1) an der östlichen Schulter des Orions, an deßen Fuß Rigel glänzet und 3 Sterne (2) am Gürtel den Namen Jacobsstab führen. Castor und Pollux zwey Sterne (2) an den Köpfen der Zwillinge. Deneb (2) am Schwanz des Schwans. Fomahant (1) am Maul des

des südlichen Fisches. Gemma (2) der hellste in der nordlichen Krone. Menkar (2) am Rachen, und Deneb = Kaitos (2) am Schwanz des Wallfisches. Mesarthim (4) am Ohr des Widders. Der Polarstern auch Cynosura (2) der letzte am Schwanz des kleinen Bären welcher den Nordpol am nächsten steht. Procyon (1) im kleinen Hunde. Regulus (1) das Herz des Löwen. Scheat (3) am Schenkel des Wassermanns. Schedir (3) auf der Brust der Caßiopeja. Sirius auch *Canicula* der Hundsstern (1) am Maul des großen Hundes, ist der hellste Fixstern am Himmel. Wega auch Lyra (1) der helle Stern an der Leyer. Der große Wagen, heißen die 7 bekannten Sterne zwoter Größe am Hintertheil des großen Bären, der kleine über dem mittlern am Schwanz führt den Namen Alcor das Reuterlein.

Anmerk. Die in () eingeschloßenen Zahlen deuten die Größen der Sterne an. Mehrere Benennungen einzelner Sterne kommen in meiner Anleitung 2c. Seite 83 und 84 vor.

Die Milchstraße, Nebel = und veränderliche Sterne.

§. 143.

Die Milch= oder Jacobsstraße umzieht die ganze Himmelskugel ununterbrochen in Gestalt weißlich schimmernder Streifen, und geht durch folgende Sternbilder: Caßiopeja, Perseus, südliche Theil des Fuhrmanns, östlichen Arm des Orions, Füße der Zwillinge, Monoceros, Schiff,

 (wo

(wo ihr Lichtschimmer am lebhaftesten ist), Füße des Centaurus, Creutz, südliches Dreyeck, Altar, Schwanz des Scorpions; Bogen des Schützens, (von hier bis zum Schwan erscheint sie in getheilten Streifen), östlichen Theil des Ophiuchus, Sobieskische Schild, Schwanz der Schlange, Adler, Pfeil, Fuchs mit der Gans, Schwan, Kopf des Cepheus bis wieder zur Caßiopeja.

§. 144. Die merkwürdigsten Nebelsterne am Himmel zeigen sich entweder mit bloßen Augen oder durch Fernröhre: Um den mittlern Stern am Schwerdt des Orions (ist der merkwürdigste unter allen); nordlich am Gürtel der Andromeda; am Rücken des Herkules; zwey im Ophiuchus; verschiedene beym Bogen des Schützens; beym Maul des Pegasus; am Berge Maenalus; am Kopf des Waßermanns; am südlichen Horn des Stiers; über Vindemiatrix in der Jungfrau; beym großen Triangel, Algol, Antares und Ohr des großen Bären; im Schwan; ꝛc.

Anmerk. In den Berliner Ephemeriden für 1779 habe ich ein Verzeichniß von 75 Nebelsternen und Sternhäuflein die in Europa sichtbar sind geliefert, worunter einige von den 42 sind welche de la Caille gegen den südlichen Pol gefunden.

§. 145. Von den neuen und veränderlichen Sternen sind besonders folgende zu merken: Einer in der Caßiopeja welcher zu Tycho Zeiten Ao. 1572 sichtbar war und auf einmal sehr helle glänzte, Ao. 1574 aber wieder verschwand. In den Jahren 945 und 1264 zeigte sich eine Zeitlang in eben dieser Gegend ein neuer Stern, daher einige

ver-

vermuthen, daß es eben der von 1572 gewesen sey. Am östlichen Fuß des Ophiuchi beobachtete Kepler Ao. 1604 einen neuen Stern der im folgenden Jahre wieder unsichtbar wurde. Am Halse des Wallfisches zeigte sich Ao. 1596 der Stern Z nach Doppelmayer dem Fabricius zuerst in einer periodisch veränderlichen Größe, welches noch anjetzt an demselben zu bemerken ist, daher dieser Stern Mira der wunderbare genannt wird. Ein ähnlicher Stern steht am Halse des Schwans, von Kirch zuerst beobachtet, der sich nach 405 Tagen in seinem stärksten Lichte zeigen soll. Außerdem sind noch zwey neue Sterne im Schwan von Kepler, Caßini und Hevel beobachtet, aber anjetzt wieder verschwunden. Der eine zeigte sich bey den Stern dritter Größe an der Brust, und der andere bey den von gleicher Größe am Schnabel des Schwans. Ferner haben Caßini und Hevel verschiedene Sterne im kleinen Bären, der Andromeda, Schützen, Ophiuchus, Wassermann, Steinbock ꝛc. welche in ältern Verzeichnißen vorkommen, entweder gar nicht finden können, oder von veränderlicher Größe bemerkt. Montanari und Maraldi beobachteten eben dieses von Sternen im Löwen, großen Hunde, Schiff, Wasserschlange, Jungfrau ꝛc. (S. Berlinische Sammlung astronomischer Tafeln erster Band, Seite 212. u. f.) Noch ist anzumerken, daß die Sterne C im Widder, A in den Zwillingen, E in der Jungfrau ꝛc. durch gute Fernröhre doppelt erscheinen.

Hülfsmittel die Sterne kennen zu lernen.

§. 146.

Die sicherste und bequemste Methode sich die Sterne unter ihren figürlichen Vorstellungen und Benennungen bekannt zu machen ist wol, wenn man sich solche von einem Sternkundigen in heiter gestirnten Nächten zeigen läßt. Unterdessen findet sich diese Gelegenheit selten, und deswegen habe ich in der zwoten Abtheilung meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels mich bemüht, den Liebhabern in allen Monaten eine vollständige der mündlichen Unterweisung nahe kommenden Anleitung zur Sternkenntniß zu geben, worauf ich demnach hier verweisen kann.

§. 147. Nächstdem sind die Himmelscharten Globen, Hohlkugeln, Sternkegel, Planisphären, ꝛc. zu diesem Endzweck sehr brauchbar, vornemlich wenn sie mit meinem Buch oder einer mündlichen Nachweisung verbunden werden.

§. 148. Unter den ältern Himmelscharten sind zu merken: Bayers Uranometrie vom Jahr 1603 welche auf 51 Bogen die Sternbilder der Alten einzeln wie sie uns am Himmel erscheinen vorstellt. Er fügte jedem Stern einen Buchstaben des griechischen kleinen Alphabets bey, welche noch von den Astronomen beybehalten werden. Schillers Coelum stellatum Christianum vom Jahr 1627 in welchen er auf 55 Blätter die Gestirne in biblischen Figuren wie sie an der auswendigen Fläche der Himmelskugel erscheinen vorstellt. Hevels Himmelsatlas:

atlas: Firmamentum Sobiescianum genannt, welcher Ao. 1690 herausgekommen und auf 54 sauber gestochenen Bogen, die Sternbilder einzeln wie sie sich auswendig an der Himmelskugel zeigen würden, abbildet. Bayers Buchstaben aber kommen nicht dabey vor. In des Cellarii Harmonia Macrocosmica von 1708 sind auch 8 Charten von den Sternbildern, zwey nach Schillers geistlichen und nach den gewöhnlichen Figuren.

§. 149. Die vollständigste Vorstellung der Sternbilder hat uns Flamstead im Jahr 1729 zu London auf 28 großen Folioblättern geliefert. Er verzeichnet 56 Bilder, die zu Grenwich aufgehen, entweder einzeln oder mehrere nahe zusammenstehende auf jedem Blatte, mit allen Sternen seines Verzeichnißes, und fügt zuerst den Sternen die griechischen Buchstaben des Bayers nebst noch einigen lateinischen bey. Dieser Atlas von Flamstead ist Ao. 1776 zu Paris von Fortin in einem kleinern Format mit Verbeßerungen aufs neue herausgegeben. In Deutschland sind Doppelmayers Himmelscharten welche Ao. 1742 zu Nürnberg herausgekommen am bekanntesten. Unter denselben stellen 10 die Sternbilder vor. Vier bilden den Himmel in beyden Halbkugeln oder Hemisphären nach dem Aequator und der Ecliptik getheilt ab, und auf 6 sind die Gestirne an den inwendigen Flächen eines um die Himmelskugel gestellten Würfels, nach Hevels Beobachtungen, entworfen. Diesen letztern ist zugleich Hevels Verzeichniß von 1870 Sternen, nach ihrer Länge und Breite für den Anfang des

1731sten Jahres beygefügt. Doppelmayer bezeichnet die Sterne, statt der griechischen des Bayers, mit lateinischen Buchstaben, eine Vergleichung beyder steht in meiner Anleitung ꝛc. Seite 97. u. f.

§. 150. Die Himmelskugel in zween platten Scheiben von Einmart gezeichnet, haben die Homännischen Erben erst vor wenig Jahren wieder aufgestochen herausgegeben. Viel beßer aber sind die von Vaugondy im Jahr 1764 zu Paris gelieferten beyden Planisphären auf zwey großen Bogen, welche alle alten und neuen Sternbilder nach den vollständigsten Verzeichnißen vorstellen. Herr Funck hat bey seiner Anweisung zur Kenntniß der Gestirne, Leipz. 1777. nach diesen Vaugondischen, zwey große Planisphären 17 Rheinl. Zoll im Durchschnitt stechen laßen, nach der beßern Vorstellung wie die Sterne an der inwendigen Fläche des Himmels stehen. Senex in England und Dheulland in Frankreich, haben jener am Ende des vorigen Jahrhunderts und dieser Ao. 1755 große und sehr sauber gestochene Charten vom Thierkreise geliefert. In meiner Anleitung ꝛc. habe ich jeden Monat eine gewiße Gegend des gestirnten Himmels für unsern Horizont perspectivisch entworfen beygefügt.

§. 151. Die eigentlichen Himmelsgloben sind ferner ein gewöhnliches Hülfsmittel, sich mit den Erscheinungen der Gestirne bekannt zu machen, wenn man dieselben für eine gegebene Zeit gehörig zu stellen weiß, wovon nachher einige Aufgaben vorkommen. Es giebt deutsche, französische, englische, holländische und schwedische Himmelskugeln,

von

von verschiedenem Alter, Größe, Preise und Güte der Arbeit. Unter den Neuern sind bey uns noch anjetzt die in der Homännischen Officin von Doppelmayer durch Püschner Ao. 1728 gelieferte von einem Fuß, und eine mittlere Sorte von 8 Zoll im Durchschnitt am leichtesten zu haben. In Frankreich hat de la Lande erst im vorigen Jahr eine neue Himmelskugel nach den neuesten und vollständigsten Beobachtungen geliefert. Auch sind die von der Cosmographischen Gesellschaft zu Upsal Ao. 1766 herausgegebene 2 Schuh im Durchschnitt haltende Himmelskugeln sehr zu empfehlen. Es werden übrigens zur mechanischen Auflösung verschiedener Aufgaben die Kugeln von mittlerer Größe schon immer hinreichend seyn, denn wenn es auf eine größere Genauigkeit ankömmt, so schreibt die sphärische Astronomie dazu leichte Regeln vor.

§. 152. Hohlkugeln sind zwey nach dem Aequator getheilte Halbkugeln von Joh. Beyer in Hamburg Ao. 1718 verfertigt, welche die Gestirne an ihrer inwendigen Fläche und damit sehr natürlich vorstellen. Sonst laßen sich hierunter auch dergleichen außerordentlich große Kugeln verstehen, welche verschiedene Zuschauer in sich aufnehmen können und an deren inwendigen Fläche der gestirnte Himmel abgebildet ist, wovon sich einer in Petersburg von 11 Fuß und zwey in Paris von 12 Pariser Fuß im Durchmeßer befinden.

§. 153. Sternkegel bilden die Gestirne an den inwendigen Flächen zweyer stumpfer Kegel ab. Die Zimmermannischen sind bereits seit Ao. 1692 die

bekanntesten. Sie stellen den Himmel schon natürlicher als die platten Scheiben vor, ihr Gebrauch ist leicht und zur Sternkenntniß führend. Herr Funk in Leipzig hat auch in diesem Jahre dergleichen Sternkegel in weit größern Format nach den vollständigsten Sternverzeichnißen herausgegeben.

§. 154. Planisphären, schließen die Himmelskugel nach ihrer nordlichen und südlichen Hälfte in zween platten Scheiben ein, welche gleichfalls zur Nachweisung der Gestirne dienen. Es laßen sich auch auf dergleichen Scheiben verschiedene Aufgaben auflösen, so habe ich in meiner Anleitung ꝛc. eine allgemeine Himmelscharte geliefert, welche alle Gestirne die bey uns sichtbar werden in einem Kreis einschließt, und nach einer gewißen Vorrichtung den Stand derselben für eine jede Zeit leicht zu finden lehrt.

Gebrauch der Himmelskugeln durch einige Aufgaben gezeigt.

Es wird verlangt:

§. 155.

Die Kugel nach der Polhöhe eines Ortes in Europa und den Weltgegenden richtig zu stellen: Die Polhöhe oder geographische Breite kann aus den darüber vorhandenen Tafeln genommen werden. Der Nordpol wird alsdann um so viele Grade am meßingenen Meridian abgezählt, über den hölzernen Horizont des Globi erhöhet und der Me-

Meridian vermittelst eines Compaßes rc. (§. 86.) in die Lage von Süden nach Norden gebracht.

§. 156. Die Sterne welche entweder beständig sichtbar sind oder nie aufgehen, imgleichen die welche im Zenith des Ortes kommen zu bemerken: Wenn der Globus umgewälzt wird, so zeigen sich um den Nordpol diejenigen Sterne, welche niemals unterm Horizont kommen, folglich beständig sichtbar sind, imgleichen um den Südpol in einem eben so großen gestirnten Raum diejenigen, welche nie über den Horizont des Orts auf deßen Polhöhe der Globus gestellt ist, kommen. Hält man ein Bleystift in den Punct Norden und Süden am Horizont an der Kugel, so beschreibt dieser beym Umdrehen der Kugel einen Kreis, welcher im ersten Falle alle nie unter- und im zweiten alle nie aufgehende Gestirne einschließt. Eben so ein Bleystift am Zenith der Kugel gehalten, beschreibt beym Umdrehen derselben einen Kreis welcher durch alle im Zenith kommende Sterne geht.

§. 157. Den Globus für eine gewiße Zeit so zu stellen, daß er den Stand der Gestirne richtig zeige: Wird der Ort oder die Länge der Sonne in der Ecliptik für den nemlichen Tag, welcher aus dem auf den Horizont des Globi befindlichen Calender zu nehmen ist, unterm Meridian und zugleich der Zeiger des Stundencirculs am Nordpol auf die obere 12te oder Mittagsstunde gestellt, hierauf der Globus herum gedreht bis der Zeiger die gegebene Stunde zeigt, so kommt er mit der Stellung der Gestirne am Himmel überein. Der Zuschauer

muß

muß sich nur erinnern, daß am Himmel die Sterne an der rechten Seite zu suchen sind, welche auf dem Globo an der linken stehen 2c.

§. 158. Die gerade Aufsteigung, Abweichung, Abend- und Morgenweite (Amplitude) der Sonne, aus ihrer bekannten Länge: Wird der Grad der Ecliptik in welchem die Sonne ist untern Meridian gestellt, so steht der Grad der geraden Aufsteigung im Aequator zugleich mit unter demselben. Die Abweichung wird vom Aequator Nord- oder Südwärts am Meridian abgezählt, und der Ort der Sonne am Ost- oder Westhorizont geführt giebt daselbst nach §. 87 die Morgen- und Abendweite.

§. 159. Die Höhe und das Azimuth der Sonne für eine gegebene Zeit: Wird der bekannte Ort der Sonne untern Meridian und der Zeiger auf die 12te Mittagsstunde gestellt, alsdann der Globus umgedreht bis der Zeiger die verlangte Zeit weiset, so wird der am Zenith angeschraubte Quadrant oder Verticalkreis an der Abend- oder Morgenseite des Himmels über den Ort der Sonne geschoben, die Höhe der Sonne übern Horizont und zugleich am Horizont das Azimuth anzeigen.

§. 160. Die schiefe Auf- und Niedersteigung der Sonne: Wird der bekannte Ort der Sonne am Abend und Morgen Horizont geführt und der zugleich mit demselben am Horizont stehende Punct des Aequators bemerkt, so hat man die schiefe Nieder- und Aufsteigung. Der Unterschied zwischen der §. 158. gefundenen geraden Aufsteigung und

eine

eine von den beyden vorigen, bestimmt den halben Tagbogen der Sonne.

§. 161. Eben das was §. 158. 159. und 160. vorkömmt, für einen Fixstern, den Mond oder einen Planeten: Bey einem Fixstern wird statt des Orts der Sonne der auf dem Globo nach seiner Länge und Breite aufgetragene Fixstern selbst genommen und bey den Mond und Planeten deren aus einen Calender oder Ephemeriden bekannten Oerter mit Bleystift im Thierkreise bemerkt, und übrigens auf gleiche Weise wie bey der Sonne verfahren.

§. 162. Der Auf- und Untergang, die *Culmination* von Sonne, Mond, Fixstern und Planeten für einen gegebenen Tag: Der bekannte Ort der Sonne wird untern Meridian und der Zeiger auf 12 Uhr, als die beständige Culminations-Stunde der Sonne gestellt, hierauf dieser Ort am Morgen und Abend Horizont geführt, so weiset der Stundenkreis die Zeit des Auf- oder Unterganges der Sonne. Wird ferner ein Fixstern untern Meridian und am Horizont gebracht, so zeigt der Zeiger die Zeit seiner Culmination und Auf und Unterganges für den nemlichen Tag. Eben so für einen Planeten oder den Mond wenn deren Oerter im Thierkreise bezeichnet werden. Der Stunden Unterschied zwischen der Culmination und dem Auf- oder Untergange giebt den halben Tagbogen in Zeit.

§. 163. Den Tag zu wißen, an welchen ein Stern mit der Sonne auf- oder untergeht, imgleichen bey Sonnen Aufgang unter- oder bey Sonnen Untergang aufgeht: Hiebey wird der Stern

am

Ost= und Westhorizont geführt, und im ersten Fall der Grad der Ecliptik, welcher sich zugleich mit am Horizont, im zweiten aber an der gegenüberstehenden Seite des Horizonts zeigt, gemerkt. Der eine oder andere in einem Calender als den Ort der Sonne aufgesucht, giebt den verlangten Tag. Eben dies findet sich auf gleiche Art beyläufig für ganze Gestirne.

Anmerk. Bey den Alten dienten besonders Beobachtungen dieser Art statt eines Calenders, und wurden von ihren Dichtern häufig besungen. Wenn ein Stern mit der Sonne zugleich auf= oder bey ihren Aufgang gegen über in Westen untergeht, heißt cosmice, geht er mit der Sonne zugleich unter oder bey ihren Untergang gegen über in Osten auf, acronyce, endlich wenn er sich zuerst in der Morgen= oder zuletzt in der Abenddämmerung zeigt heliace auf= oder untergehen.

§. 164. Der Tag an welchen ein Stern anfängt sich zuerst am östlichen Himmel in der Morgendämmerung zu zeigen, oder in der Abenddämmerung in Westen zuletzt gesehen wird, das heißt: *heliace* auf= und untergeht: Nach Beobachtungen steht die Sonne für die kleinsten Sterne 18, für die von der ersten Größe 12 und für die Planeten noch wenigere Grade unter dem Morgen= und Abendhorizont, wenn sie anfangen und aufhören sich zu zeigen. Wird demnach ein gegebener Stern 1ster Größe am Morgenhorizont geführt, und mit den am Zenith befestigten Verticalkreis der übern westlichen Horizont um 12° hochstehende Grad eines gewißen Zeichens der Ecliptik gesucht, so giebt dieser um 6 Zeichen vermehrt, die Länge der zu gleicher Zeit untern östlichen Horizont um 12° tief

ste=

stehenden Sonne, und damit aus einem Calender den gesuchten Tag an, da dieser Stern von den Strahlen der Sonne befreyt sich in der Morgenröthe zuerst zeigt. Ein ähnliches Verfahren giebt im Gegentheil die Verlierung eines Sterns hinter den Strahlen der Abendsonne.

§. 165. Wie viel ein Stern später oder früher auf- und untergeht als ein anderer? Dies ergiebt sich aus dem Zeitunterschied am Stundenkreise, wenn beyde Sterne nach einander am Horizont geführt werden.

§. 166. Welche Sterne für eine gegebene Zeit gleich hoch, das heißt in einem Almucantharat oder in einem Verticalkreis stehen? Wird beydes durch den am Zenith befestigten Quadranten oder Verticalkreise leicht gefunden, wenn man selbigen um das Zenith an der Kugel herumführt.

§. 167. Dergleichen und andere Aufgaben laßen sich kürzer am Globo auflösen als deren Auflösung im voraus vorschreiben. Einzelne Beyspiele sind hiernach leicht zu wählen, und wie die Veränderung der Polhöhe bey denen die sich auf dem Horizont beziehen, andere Resultate giebt, zeigt der Globus durch den Augenschein.

Gebrauch der Sternkegel, platten Himmelscharten oder Planisphären rc.

§. 168.

Die Einrichtung und den Gebrauch der Sternkegel kann ich hier in der dabey befindlichen Beschrei-

zung

bung derselben nach zu sehen verweisen, als der Zimmermannschen welche 1770 in Hamburg, und der Funkischen welche in diesem 1777 Jahr in Leipzig herausgekommen.

§. 169. Auf den Planisphären, welche die Himmelskugel in zween Scheiben, nach der nordlichen und südlichen Hälfte, einschließen, in deren Mittelpunct die Weltpole sind, folglich der Aequator den äußersten Umkreis ausmacht nud die sich innerhalb eines in 24 Stunden abgetheilten Kreises umdrehen laßen, können auch verschiedene der vorigen Aufgaben aufgelöset werden. Es wird z. B. verlangt:

§. 170. Die gerade Aufsteigung und die Abweichung eines Fixsterns? Alle gezogene Halbmeßer auf der Charte vom Pol bis zum Aequator sind Meridiane oder Quadranten derselben, wovon einer gewöhnlich in Graden eingetheilt zu seyn pflegt Wird demnach ein Lineal am Pol und den gegebenen Fixstern gelegt, so zeigt dieses am Aequator den Grad der geraden Aufsteigung und die Weite vom Aequator bis zum Stern am abgetheilten Meridian gemeßen bestimmt die Abweichung, Südlich oder Nordlich, nachdem der Stern in der einen oder der andern Scheibe steht.

§. 171. Das vorige von der Sonne oder einem Planeten für eine gegebene Zeit? Ueber den bekannten in der Ecliptik gefundenen Ort der Sonne wird, nachdem die Sonne in ihrem nordlichen oder südlichen Halbcircul sich befindet, vom Nord- oder Südpol aus ein Lineal gelegt, welches auf gleiche

Art

Art wie vorher das verlangte angiebt. Der Ort eines Planeten wird im Thierkreise mit Bleystift bemerkt, so läßt sich von ihm ein gleiches finden.

§. 172. Die Zeit der Culmination eines Fixsterns oder Planeten: Der auf vorige Art gefundene Grad der geraden Aufsteigung der Sonne wird auf die 12te Stunde in beyden Scheiben gestellt, hierauf ein Lineal am Pol und den Ort des gegebenen Himmelskörpers gelegt, so zeigt daßelbe auf den Stundenkreise die verlangte Zeit.

§. 173. Die Scheiben für eine gewiße Stunde mit dem Himmel übereinstimmend zu stellen: Der Grad der geraden Aufsteigung der Sonne wird in beyden Scheiben auf die 12te Stunde geschoben und alsdenn das Lineal am Pol und der gegebenen Stunde gelegt, so zeigt es den Meridian und die zugleich culminirenden Sterne an, woraus sich denn die Lage der übrigen rechts und links gegen dieselben, nachdem das Planisphärium die Gestirne an der in- oder auswendigen Fläche der Himmelskugel vorstellt, ergiebt.

§. 174. Hiebey ist es nöthig zu wißen wie weit sich der über den Horizont stehende halbe Kreis des Meridians für den Ort der Beobachtung in beyden Scheiben erstreckt. Ein Kreis vom Nordpol aus mit den Halbmeßer der Graden der Polhöhe des Orts beschrieben, schließt an der nordlichen Scheibe alle nie untergehende Sterne ein und wie weit der Meridian daselbst zu nehmen ist, nemlich vom Aequator bis jenseits des Pols an der gegenüberstehenden Seite dieses Kreises. Ein Kreis

 vom

vom Südpol aus mit eben dem Halbmeßer beschrieben schließt alle Sterne ein die nie aufgehen, und hierin steht nur der Theil des Meridians vom Aequator nach Süden bis an diesen Kreis übern Horizont. Ein Kreis endlich vom Nordpol aus mit einer Weite, die dem Complement der Polhöhe gleich ist beschrieben, bezeichnet alle Sterne die durchs Zenith gehen.

§. 175. Auf dergleichen Scheiben läßt sich auch nach gewißen Regeln der Horizont unter einer jeden Polhöhe anbringen, und dadurch die Zeit des Auf- und Unterganges ꝛc. der Sterne bestimmen. Die meiner Anleitung ꝛc. beygefügte allgemeine Himmelscharte zeigt übrigens in einer Scheibe, für unsere Polhöhe, alles vorhergehende und auch den Stand der Gestirne gegen den Horizont, ihre Verticalkreise, Höhe, Azimuth ꝛc. für eine jede gegebene Zeit.

§. 176. Es giebt auch Planisphären, welche die Pole der Ecliptik im Mittelpunct und folglich diese Bahn der Sonne mit dem Thierkreis am Umkreise haben, auf welchen sich vornemlich, und auf gleiche Art wie oben die gerade Aufsteigung und Abweichung, die Länge und Breite der Sterne finden läßt. Hiebey sind Breitenkreise was dort Meridiane waren.



Vier-

Vierter Abschnitt.

Von der Sternen- und Sonnenzeit, Aufgaben aus der sphärischen Astronomie Vorrückung der Nachtgleichen, Refraction und Parallaxe.

Von der Sternenzeit.

§. 177.

Die Zeit, welche verfließt, indem sich die Himmelskugel von Morgen gegen Abend um ihre Axe wälzt, und ein jeder Fixstern wieder im Meridian oder einen jeden andern nemlichen Ort des Himmels erscheint, heißt ein Sterntag auch die Zeit der ersten Bewegung. In dieser Zeit haben sich demnach alle 360° des Aequators durch den Meridian geschoben und da die Bewegung der Himmelskugel durchaus gleichförmig und nach allen Beobachtungen die Dauer ihrer Umdrehung alle Tage gleich lang ist, so folgt, daß da ein solcher Sterntag in 24 Stunden eingetheilt wird, in einer jeden Sternstunde genau 15 in zwey 30 u. s. f. Grade des Aequators durch den Meridian gehen. Hiernach zeigt folgende Tafel I. wie die Grade des Aequators in Zeit der ersten Bewegung oder Sternzeit und II. diese in jene zu verwandeln ist.

I.			II.				
Theile des Aequators	Sternzeit.		Sternzeit.	Theile des Aequators.	Sternzeit.	Theile des Aequators.	
Grad.	Stund.	Min.			Min.	Grad.	Min.
Minuten.	Min.	Sec.			Sec.	Min.	Sec.
Secunden.	Sec.	Tert.	Stund.	Grad.	Tert.	Sec.	Tert.
1	0	4	1	15	1	0	15
2	0	8	2	30	2	0	30
3	0	12	3	45	3	0	45
4	0	16	4	60	4	1	0
5	0	20	5	75	5	1	15
10	0	40	6	90	6	1	30
15	1	0	9	135	10	2	30
30	2	0	12	180	20	5	0
60	4	0	15	225	30	7	30
90	6	0	18	270	40	10	0
180	12	0	21	315	50	12	30
360	24	0	24	360	60	15	0

§. 178. **Beyspiel:** Wie viel brauchen 218° 13′ 46″ des Aequators, Sternzeit, um durch den Meridian zu gehen?

$218^\circ = 180^\circ + 30^\circ + 4^\circ + 4^\circ$	180°	12St.	0′	0″
	30°	2	0	0
	4°	0	16	0
	4°	0	16	0
$13' = 10' + 3'$	10′	0	0	40
	3′	0	0	12
$46'' = 30'' + 15'' + 1''$	30″	0	0	2
	15″	0	0	1
	1″	0	0	0

Antwort 14St. 32′ 55″

Da

Da die gerade Aufsteigung eines Sterns längst dem Aequator von 0° ♈ an gerechnet wird, so trägt eben so nach diesem Beyspiel die gerade Aufsteigung eines Sterns von 218° 13′ 46″ im Bogen 14 St. 32′ 55″ in Zeit der ersten Bewegung aus, oder dieser Stern kömmt allemal 14 St. 32′ 55″ nach dem Frühlingsäquinoctialpunct im Meridian. Wird eine Uhr nach dieser Sternzeit eingerichtet und wenn der erste Grad des ♈ zu culminiren anfängt auf 12 gestellt, so zeigt selbige jedesmal die gerade Aufsteigung aller culminirenden Sterne in Sternzeit.

Von der Sonnenzeit.

§. 179.

Erschiene die Sonne beständig bey einem und demselben Fixsternen, oder bliebe in einem Punct des Himmels, so würden Sternentage auch zugleich Sonnentage seyn, nun aber rückt die Sonne täglich oder während einer Umwälzung der Himmelskugel um etwa 1° nach Morgen fort, daher findet sich zwischen beyden ein Unterschied. Nach fig. 43. drehe sich die Himmelskugel AnmBD genau in 24 Stunden einmal nach der Richtung A m etc. um ihre Axe oder um die in der Mitte C stehende Erde Ein Fixstern m sey heute mit der Sonne S zugleich im Meridian mSCD. Nach 24 Sternstunden ist dieser Fixstern abermal in m; die Sonne hat sich aber inzwischen in ihrer jährlichen Bahn STRV nach Osten bis in T um 1° fortbewegt, und erscheint von dem Fixstern m gegen Morgen in n. Damit nun die Sonne wieder im Meridian komme, muß sich

die Himmelskugel noch um die Weite m n umwälzen, folglich sind die Sonnentage länger als die Sternentage, und der Unterschied trägt 4 Min. in Zeit aus, weil sich 1° in 4 Min. (§. 177.) durch den Meridian schiebt.

§. 180. Nach dieser Sonnenzeit sind die gewöhnlichen Uhren eingerichtet, welche uns den Umlauf der Sonne am Himmel, oder den Sonnentag in 24 Stunden ꝛc. gleichförmig zuzählen. Wollten wir den Umlauf der Sterne für einen bürgerlichen Tag rechnen, und hiernach eingerichtete Uhren, wenn ein gewißer dazu bestimmter Stern culminirt auf die 12te Mittagsstunde stellen, so würden, weil die Sterne täglich um 4 Minuten früher als die Sonne den Meridian erreichen, dieselben monatlich 2 Stunden früher als die Sonne Mittag zeigen, und nach 6 Monaten um die wahre Mitternachtszeit der Sonne, 12 Uhr Mittags angeben.

Ungleichheit der Sonnentage.

§. 181.

Die tägliche Bewegung der Sonne in ihrer Bahn von Abend gegen Morgen trägt zu einer gewißen Zeit des Jahres 57 und zu einer andern 61 Minuten aus, und daher sind die Sonnentage nicht immer gleich lang. Das Mittel aus der größten und kleinsten Bewegung ist genau 59 Min. 8 Sec. im Aequator gerechnet und daher heißt die Zeit innerhalb welcher der ganze Aequator und diese 59 Min. 8 Sec. oder 360° 59′ 8″ durch den Meridian

dian rücken ein mittlerer Sonnentag, und deßen 24ster Theil eine mittlere Sonnenstunde, in welcher folglich 15° 2′ 28″ des Aequators den Meridian paßiren. Die Fixsterne eilen hiernach täglich um 3′ 56″ der Sonne vor, oder ihr Umlauf dauert genau 23 St 56′ 4″ mittlerer Sonnenzeit, nach welcher alle Uhren eingerichtet sind. Nach folgender Tafel laßen sich I. die Bögen des Aequators in mittlerer Sonnenzeit oder II. diese in jene reduciren.

I.

Theile des Aequators	mittlere Sonnenzeit.		
Grad.	St.	Min.	Sec.
Minuten.	Min.	Sec.	Tert.
Secunden.	Sec.	Tert.	
1	0	3	59
2	0	7	58
3	0	11	58
4	0	15	57
5	0	19	56
10	0	39	53
15	0	59	50
30	1	59	40
60	3	59	21
90	5	59	1
180	11	58	2
360	23	56	4

II.

mittlere Sonnenzeit.	Theile des Aequators.		
Stunden.	Gr.	Min.	Sec.
1	15	2	28
2	30	4	56
5	75	12	19
10	150	24	38
24	360	59	8
Minuten.	Gr.	Min.	Sec.
Secunden.	Min.	Sec.	Tert.
1	0	15	2
2	0	30	5
3	0	45	7
5	1	15	12
10	2	30	25
20	5	0	49
40	10	1	39
60	15	2	28

Beyspiele aus dieser Tafel werden eben so wie §. 178 vorkommt formirt.

§. 182. Die ungleiche Länge der Sonnentage hat eine doppelte Ursache. Die erste ist: weil die Sonne wie schon vorher angemerkt, sich selbst ungleich bewegt und wegen ihrer größern Nähe im Winter um etwa 61; im Sommer aber um 57 Minuten täglich fortrückt, so daß das Mittel genau 59′ 8″ austrägt. Die zwote ist: weil die Sonne nicht im Aequator, nach welchen die Stunden gezählt werden, sondern in ihrer eigenen um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ sich gegen den Aequator neigenden Bahn oder der Ecliptik fortläuft, so daß daher, wenn auch ihre Bewegung das ganze Jahr gleichförmig wäre, dieselbe doch auf den Aequator reducirt ungleiche Bögen geben würde. Nach fig. 44. sey QA ein Theil des Aequators, ♈l der Ecliptik und ab, id, mr, lA, Meridiane. Bewegt sich nun die Sonne um die Zeit der Tag und Nachtgleiche bey ♈ von a bis i so trägt dieser Bogen der Ecliptik bis auf eine Kleinigkeit im Aequator nur den kleinern bd oder an in seinem Parallelkreise aus; hingegen um die Zeit der Sonnenwende bey ♋ läuft die Sonne mit dem Aequator parallel, und weil sie auf einen $23\frac{1}{2}^{\circ}$ von demselben entfernten Parallelkreis fortrückt, so trägt ihre Bewegung in der Ecliptik ml auf dem Aequator gerechnet, rA mehr aus, weil mr und lA zwey Abweichungskreise sind, die nach den Polen von A gegen l hinauf näher zusammen kommen.

§. 183. Demnach gehen bald mehr bald weniger als 360° 59′ 8″ des Aequators von einer Culmination der Sonne bis zu der nächstfolgenden durch den Meridian. Daher müßen die Astronomen

men die wahre oder scheinbare (welches einerley ist) und die mittlere Zeit von einander unterscheiden. Jene macht die Sonne durch ihre langsamere oder geschwindere Fortrückung und die genaue ungleiche Dauer ihres Umlaufs am Himmel bestimmt die Länge des wahren Sonnen- oder bürgerlichen Tages deßen Stunden und kleinere Abtheilungen alle Sonnenuhren richtig zeigen. Die mittlere Zeit hingegen wird nach der angenommenen mittlern Bewegung der Sonne, wie schon gesagt gerechnet, und ist daher durchaus gleich. Unsere gewöhnliche Uhren können als mechanische Werkzeuge, wenn sie sonst einen gleichen Gang haben, nur diese mittlere und gleiche Sonnenzeit weisen, worauf sie eingerichtet sind, und daher nur selten mit dem wahren und ungleichen Lauf der Sonne übereinkommen.

Anmerk. Man kann sich übrigens die ganze Dauer des täglichen kreisförmigen Umlaufs eines jeden Himmelskörpers genau in 24 Stunden abgetheit vorstellen, da denn allemal 15° deßelben wie bey den Fixsternen 15° des Aequators auf eine Stunde gehen. Folglich ist hiebey die Tafel §. 177. zu gebrauchen und die Stunden sind als wahre Sonnenstunden, wenn von der Sonne; als Mondstunden wenn vom Mond; als Sternstunden wenn von den Fixsternen rc. die Rede ist, zu nehmen.

Von der Zeitgleichung.

§. 184.

Der Unterschied zwischen der wahren und mittlern Zeit heißt bey den Astronomen die Zeitgleichung. Man stelle sich hiebey noch zu mehrerer

 Deut-

Deutlichkeit vor, es gäbe außer der wahren Sonne die sich längst der Ecliptik und ungleich geschwinde bewegt, noch eine, welche beständig im Aequator und täglich 59′ 8″ gegen Morgen fortrückte, so folgte aus dem oben gesagten, daß beyde genau in einem Jahr zugleich ihren Umlauf am Himmel vollenden, auch inzwischen bald die wahre, bald die eingebildete Sonne den Meridian früher erreichen würde, es müße sich aber auch treffen, daß zuweilen beyde in einem Augenblick culminirten. Stünde die eingebildete Sonne im Meridian, so wäre der mittlere Mittag den alle Uhren angeben; erreichte aber die wahre Sonne diesen Kreis, so wäre der wahre Mittag den alle Sonnenuhren weisen. Der Unterschied zwischen beyder Culmination wäre alsdann die Zeitgleichung. Dieser kann im Februar und November bis auf 15 Min. Zeit gehen; viermal im Jahre aber, nemlich den 15ten April, 15 Junii, 31ten August und 24ten December ist er 0 wo folglich beyde Sonnen zugleich im Meridian stehen würden, und die wahre Zeit mit der mittlern völlig überein käme.

§. 185. Folgende Tafel enthält die Zeitgleichung durchs ganze Jahr, oder sie zeigt, was eine nach der mittlern Sonnenzeit abgetheilte und richtig gehende Uhr zeigen muß, wenn die wahre Sonne um 12 Uhr Mittags im Meridian steht;

Den

Den 1 Jan.	12U.	4M.	Den 10 Jul.	12U.	5M.
— 11 —	12	8	— 20 —	12	6
— 21 —	12	12	— 30 —	12	6
— 31 —	12	14	— 9 Aug.	12	5
— 10 Febr.	12	15	— 19 —	12	3
— 20 —	12	14	— 29 —	12	1
— 2 März	12	12	— 8 Sept.	11	58
— 12 —	12	10	— 18 —	11	54
— 22 —	12	7	— 28 —	11	51
— 1 April	12	4	— 8 Oct.	11	48
— 11 —	12	1	— 18 —	11	45
— 21 —	11	58	— 28 —	11	44
— 1 May	11	57	— 7 Nov.	11	44
— 11 —	11	56	— 17 —	11	45
— 21 —	11	56	— 27 —	11	48
— 31 —	11	57	— 7 Dec.	11	52
— 10 Jun.	11	59	— 17 —	11	57
— 20 —	12	1	— 27 —	12	2
— 30 —	12	3			

Einige Aufgaben aus der sphärischen Astronomie.

Es wird gesucht:

§. 186.

Die Mittagslinie: Die gewöhnlichste Methode ist diese: Auf einer ebenen und wasserrecht liegenden Fläche beschreibe man aus einen Mittelpunct C fig. 45. verschiedene Circul, richte in C einen Stift von 6 und mehrern Zollen lang senkrecht auf und bemerke Vormittag von etwa 9 bis 11 und Nachmittag

mittag von 1 bis 3 Uhr, die Puncte wenn und wo das Ende vom Schatten des Stifts einen der beschriebenen Circul berührt. Ziehe alsdann durch diese Puncte gerade Linien wie ab und theile solche in die Hälfte, so wird die von C aus durch eine jede Hälfte gezogene Linie CA die Lage der Mittagslinie geben, auf welcher der Schatten des Stifts allemal um 12 Uhr Mittags wahrer Zeit fallen muß. Beßer ist es noch statt des Stifts ein eben so langes etwas breites Blech zu nehmen, worin oben ein Loch gebohrt worden und den durch daßelbe fallenden Sonnenstrahl eben so wie das Ende vom Schatten des Stifts zu gebrauchen. Uebrigens wird von dieser nützlichen Aufgabe in der Gnomonik noch ein mehreres vorkommen.

§. 187. Die Höhe eines Sterns: Diese wird mit kleinen oder größern Quadranten oder in 90° eingetheilten Viertelcirculn von Holz, Meßing ꝛc. verfertigt, gemeßen. Sie werden auf dreyerley Art angebracht, wie Fig. 46. No. I. II. und III. zeigt. Hier ist rh der Horizont, Z das Zenith und C der gemeinschaftliche Mittelpunct des Quadranten und der Himmelskugel (§. 73.). Bey I. ist der Quadrant um C beweglich; bey II. und III. aber in der gezeichneten Lage befestigt, und es läßt sich nach den Figuren leicht erklären daß die Höhe des Sterns n über den Horizont sich an den Winkel d oder seinen zugehörigen Bogen des Quadranten ergebe, wenn das Auge von e aus nach dem Stern, entweder längst der Seite C 90 wie bey I. oder einer um C beweglichen Regel wie bey II. und III. hinsieht.

§. 188.

§. 188. Die Polhöhe oder Breite eines Orts durch Beobachtung der nordlichen Sterne welche niemals untergehen? Wenn im Winter die Nächte länger als 12 Stunden sind, so sieht man diese Sterne in Norden einmal über in o Fig. 47. und 12 Stunden hernach in n untern Pol durch den Meridian HZR gehen. Wird nun alsdenn beydemal ihre Höhe über den Horizont gemeßen, von der größern Ro die kleinere Rn abgezogen, so bleibt on übrig, und hievon die Hälfte zu Rn addirt oder von Ro subtrahirt, giebt die Polhöhe RP oder PWR.

Anmerk. In Fig. 47. 48. 49. ist HR der Horizont; Z das Zenith; P der Nordpol; AQ der Aequator; PRQHZ der Meridian; dl die Ecliptik; o der Ost- und W der Westpunct am Horizont.

§. 189. Die Abweichung der Sonne oder eines Sterns? wenn die Polhöhe bekannt ist. Man meße ihre Höhe im Meridian, so wird, da die Höhe des Aequators HA fig. 47. allemal dem Complement der Polhöhe RP gleich ist, der Unterschied der beobachteten Höhe des Sterns ꝛc. und der bekannten Höhe des Aequators, die Abweichung geben, welche wenn die erstere größer als die letztere Nordlich und im Gegentheil Südlich ist, S sey der Stern, so ist AS seine nordliche Abweichung und HS seine Mittagshöhe.

§. 190. Aus der beobachteten Höhe der Sonne ꝛc., wenn deren Abweichung bekannt ist, die Polhöhe? Ist das Gegentheil von der vorigen Aufgabe. Die Sonne sey in d fig. 47. so ist Hd ihre Höhe; nun ist aber Hd — Ad = HA die Höhe des

Ae-

Aequators, deren Complement zu 90° die gesuchte Polhöhe RP ist.

§. 191. Aus der gegebenen Schiefe der Ecliptik *A♈d fig. 47.* und der Länge der Sonne ♈*d* ihre Abweichung *Ad*? In dem bey A rechtwinklichten sphärischen Dreyeck A♈d sey ♈d = h; A♈d = a und die zu suchende Seite Ad = k fig. 47*, so kommt es mit fig. 34. überein, in welchem nach §. 50.

$$\text{Sin. } k = \text{Sin. } a \times \text{Sin. } h.$$

Anmerk. Zu mehrerer Deutlichkeit wird es sehr dienlich seyn, die vorkommenden Dreyecke auf einer Himmelskugel zu verzeichnen.

§. 192. Aus der gegebenen Schiefe der Ecliptik *A♈d* und Abweichung der Sonne *Ad* ihre gerade Aufsteigung ♈*A*? Es sey in dem nemlichen Dreyeck ♈A = c Fig. 47.* das übrige wie vorhin, so ist; (§. 50.)

$$\text{Sin. } c = \text{Tang. } k \times \text{Cot. } a.$$

§. 193. Aus beobachteter geraden Aufsteigung und Abweichung, die Schiefe der Ecliptik? In eben dem Dreyeck war:

$$\text{Sin. } c = \text{Tang. } k \times \text{Cot. } a,$$

da aber hier der Winkel a gesucht wird, so findet sich solcher durch Umsetzung dieser Formel, nemlich:

$$\text{Cot. } a = \frac{\text{Sin. } c}{\text{Tang. } k.}$$

§. 194. Aus gleichen Angaben wie vorher, die Länge der Sonne ♈*d*? Hier ist nach §. 50.

$$\text{Cos. } h = \text{Cos. } c \times \text{Cos. } k.$$

§. 195.

§. 195. Aus der bekannten Polhöhe *HP* und der Abweichung der Sonne den Unterschied ihrer geraden und schiefen Aufsteigung (§. 101.) Ist S stehe nach Fig. 48. die Sonne am Horizont, so ist in dem sphärischen bey D rechtwinklichten Dreyeck SDO, welches in Fig. 48*. nach seiner Lage besonders gezeichnet ist: DS gleich der Abweichung = k; SOD = AOR dem Complement der Polhöhe = a und OD der Unterschied beyder Aufsteigungen = c. Nach §. 50. ist alsdann wie oben:

Sin. c = Tang. k × Cot. a

Wird nun der Unterschied beyder Aufsteigungen = c oder OD von der geraden Aufsteigung ♈D abgezogen, so bleibt die schiefe Aufsteigung ♈O übrig wenn die Sonne vom ♈ bis in ♎ läuft und folglich eine nordliche Abweichung hat, das Gegentheil findet vom ♎ bis ♈ unter einer südlichen Abweichung statt.

§. 196. Aus den gegebenen Unterschied beyder Ansteigungen der Sonne, die Länge des Tages: Nach Fig. 48. sind im und on Tagescircul der Sonne ersterer so weit nordlich über als letzterer südlich unterm Aequator und demnach beyde gleich groß. PSD und Prh sind Meridiane. Indem nun iS durch den Meridian PZi geht, schiebt sich der Bogen des Aequators AD zugleich mit hindurch und eben so oh mit Ar. Nun ist AO = 90° und OD = Or der Unterschied beyder Aufsteigungen (§. 195.) wird folglich OD zu 90° addirt, und Or = OD von 90° abgezogen, so kommen die über dem Horizont in beyden Fällen stehende halbe

Tag-

Tagbögen der Sonne iS und oh und diese nach den Tafeln §. 177. in Zeit als wahre Sonnenstunden gerechnet, verwandelt (§. 183. Anmerk.) giebt die halbe Länge des Tages, welche alsdann doppelt genommen wird (die Länge der Nacht ist, was von der Dauer des Tages noch an 24 Stunden fehlt). Eben so wird aus den bekannten Unterschied beyder Aufsteigungen eines Sterns gefunden, wie lange er über den Horizont bleibt.

§. 197. Aus der bekannten Abweichung der Sonne und der Polhöhe, die Abend- und Morgenweite (*Amplitudo*) imgleichen das Azimuth der Sonne am Horizont: Nach Fig. 48. gehe die Sonne in S auf, so ist SD ihre Abweichung welche gegeben, der Winkel SOD = AOR gleich der Aequatorhöhe oder dem Complement der Polhöhe, folglich auch bekannt; OS die zu suchende Morgenweite. Hier ergiebt sich eben das in D rechtwinklichte sphärische Dreyeck SOD wie bey §. 195, in welchem nun OS = h Fig. 48*. gesucht wird, und es ist nach §. 50. Sin. k = Sin. a × Sin. h, da aber hier h verlangt wird, so darf nur diese Formel umgesetzt werden, nemlich:

$$\text{Sin. } h = \frac{\text{Sin. } k}{\text{Sin. } a}$$

Diese Morgenweite zu 90° addirt giebt, wenn die Sonne vom ♈ bis ♎ geht, ihr Azimuth beym Aufgang, wie in Fig. 48.

$$RO = 90^\circ + OS = RS = SZR$$

ist die Sonne aber zwischen ♎ und ♈ so wird die

Mor-

Morgenweite von 90° abgezogen. Eben dieses gilt bey der Abendweite.

§. 198. Aus gleichen Angaben wie zunächst vorher, die Höhe der Sonne über dem Horizont für eine gegebene Zeit: Nach Fig. 49. stehe die Sonne in S man ziehe durch dieselbe einen Declinationskreis PSC und Verticalkreis ZSh, so ergiebt sich das schiefwinklichte sphärische Dreyeck SZP in welchen bekannt SP = dem Complement der Abweichung, PZ dem Complement der Polhöhe und der Winkel P = dem Stundenwinkel oder Abstand PSC vom Meridian PZA, zufolge der gegebenen Zeit welche nach der Tafel §. 177. in einen Bogen vom täglichen Umlauf der Sonne reducirt wird, hieraus soll ZS das Complement der Sonnenhöhe hS und damit hS selbst gefunden werden. Wird von Z auf SP der Perpendicul Zk gefällt, so entstehen zwey bey k rechtwinklichte sphärische Dreyecke ZkS und ZkP und setzen wir hier den bekannten und zu suchenden Stücken gleiche Buchstaben wie Fig. 36. bey, nemlich: PS = C; PZ = B; P = A; ZS = a; Pk = x und Sk = y wie Fig. 49* zeigt, so ist nach §. 53.

$$\text{Tang. } x = \text{Tang. } B \times \text{Cos. } A$$

$$C - x = y$$

dann: $\text{Cos. } x : \text{Cos. } B = \text{Cos. } y : \text{Cos. } a$

Woraus sich a oder das Complement der Sonnenhöhe ergiebt welches von 90° abgezogen die gesuchte Höhe hS übrig läßt.

§. 199 Aus der Pol- und Sonnenhöhe nebst Abweichung der Sonne, die Stunde des Tages:

Hier sind nun in dem Dreyeck SZP Fig. 49. alle drey Seiten nach voriger Erklärung bekannt, und der Stundenwinkel P wird gesucht. Wird PZ = B; PS = C; ZS = A und P = a gesetzt, so hat man in fig. 49** das nemliche Dreyeck Fig. 35. und zugleich was bekannt ist und gesucht wird. Und hierin nach §. 51.

$$\text{Cos. } a = \frac{\text{Cos. } A - \text{Cos. } C \times \text{Cos. } B}{\text{Sin. } C \times \text{Sin. } B}$$

Woraus a im Bogen gefunden und nach §. 177. in Zeit verwandelt wird.

§. 200. Die scheinbare Weite zweyer Sterne an der Himmelskugel, aus beyder Abweichung und geraden Aufsteigung: In Fig. 49. seyn r und t die beyden Sterne, zieht man durch dieselben die Abweichungskreise Pn und Pm; in welchen nr und mt gegeben ist, so hat man in dem sphärischen schiefwinklichten Dreyeck rPt, Pr und Pt das Complement beyder Abweichungen und den Winkel P = den Unterschied beyder geraden Aufsteigung = nm. Hieraus ist rt zu finden, wenn von t aus auf Pr ein Perpendicul tc gefällt wird um das schiefe Dreyeck rPt in zwey rechtwinklichte zu verwandeln. Und da in diesem Fall eben so wie bey der Aufgabe §. 198 zwey Seiten Pr und Pt mit ihren eingeschloßenen Winkel P gegeben sind, und die diesen Winkel gegen über stehende Seite rt verlangt wird, so sind auch die Formeln zur Auflösung eben dieselben, Fig. 49*** bildet gegenwärtiges Dreyeck nach der hier vorkommenden

Lage

Lage ab, und zeigt das bekannte und zu suchende in demselben.

§. 201. Aus der gegebenen geraden Aufsteigung der Sonne und eines Sterns die Zeit der *Culmination* des Sterns: Man ziehe von der geraden Aufsteigung des Sterns die von der Sonne ab, und verwandle den übrig bleibenden Bogen des Aequators nach der Tafel §. 181 in mittlere Sonnenzeit, so ergiebt sich bis auf einige Secunden genau, die Zeit da der Stern an dem vorgegebenen Tage nach Mittage im Meridian kommt.

§. 202. Aus der bekannten Abweichung eines Sterns ob derselbe unter einer gegebenen Polhöhe aufgehe oder nicht, und ob er niemals untergehe: Wenn die südliche Abweichung größer ist als die Höhe des Aequators oder das Complement der Polhöhe wie Fig. 47. für den Stern a, so kann der Stern nie übern Horizont in Süden sichtbar werden; im Gegentheil wenn, wie bey dem Stern b, die nordliche Abweichung größer ist als die Höhe des Aequators übern Horizont in Süden oder deßen Vertiefung untern Horizont in Norden, so kann derselbe niemals in Norden untergehen.

§. 203. Aus der bekannten Polhöhe, wie lange die nächtliche Dämmerung im Sommer dauert: Wenn die Sonne 18° untern Horizont steht; so geht des Morgens die Dämmerung an und hört des Abends auf; sie muß also zur Zeit der nächtlichen Dämmerung im Sommer auch selbst um Mitternacht nicht 18° untern Horizont kommen. Wird demnach von dem Complement der Polhöhe oder

der Aequatorhöhe, nemlich nach Fig. 47. von HA = RQ 18° abgezogen, so bleibt die nordliche Abweichung der Sonne, für die Zeit da das Tageslicht anfängt und aufhört die ganze Nacht hindurch zu schimmern, übrig. Sucht man aus den Ephemeriden die Tage da die Sonne im Sommer vor und nach 0° ♋ diese Abweichung erreicht, so geben solche die gesuchte Zwischenzeit.

§. 204. Aus der beobachteten *Culmination* eines Sterns, die Stunde der Nacht? Ist, wenn die gerade Aufsteigung der Sonne an dem Tage und eben dies von dem Stern bekannt ist, das Gegentheil von der Aufgabe §. 201.

§. 205. Die Stunde der Nacht, aus der unter einer bekannten Polhöhe beobachteten Höhe eines Sterns, deßen Abweichung bekannt ist? Wird auf gleiche Art wie §. 199 aufgelöset, nur daß hier vorher die Zeit der Culmination des Sterns nach §. 201 zu suchen ist, wo alsdann der gefundene Stundenwinkel P von der Zeit der Culmination abgezogen, wenn der Stern an der Ostseite; hingegen dazu addirt wenn er an der Westseite des Meridians steht, die verlangte Zeit der Nacht giebt.

Von der besondern Bewegung der Fixsterne oder der Vorrückung der Aequinoctialpuncte.

§. 206.

Die Fixsterne behalten beständig eine gleiche Stellung gegen einander, unterdeßen scheint es, als wenn alle gemeinschaftlich in mit der Ecliptik paral=

parallel liegenden Kreisen von Abend gegen Morgen, wie wohl sehr langsam, nemlich in 70 Jahren nur um einen Grad fortrücken, und sich folglich um die Pole der Ecliptik bewegen. Hieraus entsteht eine beständige Zunahme ihrer Länge oder grössere Entfernung von den Puncten der Tag- und Nachtgleichen, welches schon Hipparchus bemerkte als er seine Beobachtungen mit den ältern des Tymocharis verglich.

§. 207. Entweder verrücken sich nun die Fixsterne wirklich in Ansehung der Aequinoctialpuncte und den auf der Ecliptik senkrecht stehenden Breitenkreisen von Abend nach Morgen, oder jene Puncte weichen mit diesen Kreisen um eben so viel in einer gleichen Zeit nach Abend zurück, denn beyde Voraussetzungen geben einerley Erscheinung, wie wol die letztere die richtigste ist. Daher kommen die Aequinoctialpuncte des ♈ nnd der ♎ der von Abend nach Morgen laufenden Sonne jährlich etwas entgegen, so daß die Sonne eher einen dieser Puncte als den nemlichen Fixstern wieder erreicht, und daher wird diese Bewegung auch die Vorrückung der Aequinoctialpuncte (Praecessio aequinoctiorum) genennt.

§. 208. Die eigentliche Größe dieser Vorrückung, oder welches einerley ist, die Zunahme der Länge der Fixsterne trägt jährlich nach der genauesten Rechnung aus den ältesten und neuesten Beobachtungen 50 bis 51 Secunden aus, und folgende Tafel zeigt dieses für größere Zeiträume.

Bewegung der Fixsterne in der Länge.

Jahre.	Bewegung.		Jahre.	Bewegung.		
	Min.	Sec.		Gr.	Min.	Sec.
1	0	50	40	0	33	33
2	1	41	50	0	41	57
3	2	31	60	0	50	20
4	3	21	70	0	58	44
5	4	12	80	1	7	7
6	5	2	90	1	15	30
7	5	52	100	1	23	54
8	6	43	200	2	47	48
9	7	33	300	4	11	42
10	8	23	500	6	59	30
20	16	47	1000	13	59	0
30	25	10	2000	27	58	0

§. 209. Nach dieser Tafel läßt sich die für eine jede Zeit gegebene Länge eines Fixsterns auf alle folgende reduciren. Sie zeigt auch daß die Fixsterne nach dieser langsamen Bewegung erst in 25700 Jahren ihren Umlauf um die Pole der Ecliptik vollenden werden, und dann, daß sie sich seit der Zeit da ihre Stellung gegen die Aequinoctialpuncte und den größten Kreisen der Himmelskugel zuerst beobachtet worden, nemlich seit etwa 2000 Jahren um fast 30° in der Ecliptik gezählt, von 0° ♈ oder einen jeden andern Punct verrückt und weiter gegen Morgen befinden müssen.

§. 210. Es sey nach Fig. 50. AM die Ecliptik, DC der Aequator, welche jene in ♈ unter den Winkel von 23½° durchschneidet. Vor 2000 Jahren stan-

standen die Sterne des Widders in der Gegend n und vornemlich der Stern γ am Ohr des Widders senkrecht über ♈ als dem Frühlingsäquinoctialpunct in g oder seine Länge war 0° ♈. Zu unsrer Zeit aber ist der Punct ♈ aus den Sternen des Widders fast um 30° gegen Abend in r bis zwischen die Sterne der Fische zurück gewichen, oder das Bild des Widders erscheint um so viel von ♈ gegen Morgen, welche Entfernung ehedem der Stier hatte.

§. 211. Und so sind anjetzt alle Sterne eines jeden Bildes von der Ecliptik bis zu ihren Polen hinauf in allen Parallelkreisen um einen gleichen Bogen weiter nach Morgen als zur Zeit da man anfieng ihren Stand nach den Graden des Thierkreises zu bestimmen, anzutreffen. Unterdeßen behalten die Astronomen sehr schicklich noch immer die alte Benennung der Zeichen des Thierkreises nach den ihnen damals benachbarten Gestirnen bey, ohne auf ihre jetzige Entfernung von einander zu sehen. Es ist daher in unsern Zeiten der Unterschied zwischen gleichnamigen Zeichen und Bildern wohl zu merken, denn wenn in Ephemeriden z. B. der Mond im 10° ♉ gesetzt wird, so bezieht sich dies allemal auf das alte Zeichen des ♉ und man muß folglich diesen Himmelskörper nicht im Bilde des Stiers sondern des Widders am Himmel erwarten, und so mit allen übrigen.

§. 212. Stellt man eine Himmelskugel auf den $66\frac{1}{2}$° der nordlichen Polhöhe als das Complement der Schiefe der Ecliptik und den Nordpol der Ecliptik im Zenith, so liegt die Ecliptik im Hori-

zont und ihr Südpol im Nadir. Wird alsdann der Globus in dieser Lage befestigt, so kann man sich sehr begreiflich machen, was aus der von Morgen nach Abend rückwärts gehenden Bewegung der Aequinoctialpuncte längst der Ecliptik für Erscheinungen entstehen. Alle auf der Ecliptik senkrecht stehende Breitenkreise ziehen sich nach und nach durch andere mehr Abendwärts liegende Sterne und folglich muß die zwischen ihnen gezählte Länge der Fixsterne immer zunehmen, obgleich die Breite derselben unverändert bleibt, ferner wird sich hierdurch auch die gerade Aufsteigung und Abweichung aller Sterne ändern rc.

§. 213. Auch die 50ste Figur zeigt bereits dieses. Vor 2000 Jahren war des Sterns γ Länge in a = 0°; Breite og nordlich; gerade Aufsteigung so vor ♈; nordliche Abweichung sg. Anjetzt aber ist seine Länge ro; gerade Aufsteigung rh nach ♈; nordliche Abweichung hg und nur die Breite og ist unverändert geblieben, weil die Verrückung mit MA oder der Ecliptik parallel gegangen.

§. 214. Da sich durch die Vorrückung der Aequinoctialpuncte die Fixsterne um die Pole der Ecliptik und nicht um die Weltpole zu bewegen scheinen, so müßen sie ihren Stand gegen die letztern nach langen Zeiten ändern. Es sey nach Fig. 51. ♈ ♋ ♎ ♑ der Kreis der Ecliptik, E ihr Nordpol, abcd ein durch unsern Polarstern S gehender Parallelkreis der Ecliptik, in welchen er folglich nach der Richtung abc etc. seinen Umlauf um E in 25700 Jahren vollendet. N sey der nordliche Welt-

Weltpol, oder Nordpol des Aequators, welcher $23\frac{1}{2}°$ von E liegt, so ergiebt sich deutlich das der Stern S dem Pol N in c am nächsten kommt, wenn folglich seine Länge 0° ♋ fällt, und eben dies erfolgt da der Stern in S stehen bleibt, wenn die Puncte ♈ und ♎ so weit zurückgehen, daß ♋ oder der Breitenkreis EN♋ mit den Weltpol N in e anlangt. Anjetzt ist die Länge des Polarsterns $25\frac{1}{2}°$ ♊ und so läßt sich nach der vorigen Tafel finden, daß er nach etwa 320 Jahren dem Nordpol N am nächsten stehen wird. Seine Entfernung wird alsdann 29 Min. nach Süden seyn welche anjetzt noch fast 2° austrägt. Daher sind ehedem andere Sterne in der Nachbarschaft des Nordpols gewesen und unser jetziger wird sich auch einstens wieder davon entfernen. S. meine Anleitung rc. Seite 373.

§. 215. Wegen dieser Vorrückung erfordern alle Himmelscharten und Globen mit der Zeit die Reduction der Länge der Sterne von dem Jahr für welches sie verfertigt worden, auf das gegenwärtige; will man aber nur den Stand der Sterne gegen einander oder die Sternbilder dadurch kennen lernen, so werden sie immer einige Jahrhunderte ohne merklichen Fehler zu gebrauchen seyn.

§. 216. Die Erklärung der Ursache, woher die Aequinoctialpuncte sich beständig und jährlich um 50 bis 51 Secunden zurückbewegen, gehört in die physische Astronomie, und setzt eine genaue Kenntniß der Neutonischen Mondstheorie oder der Gesetze nach welchen sich die Himmelskörper wechselseitig,

anziehen, voraus, welche hier noch nicht ihren Platz finden können.

Von der Refraction oder Brechung der Lichtstralen.

§. 217.

Die Brechung der Lichtstralen heißt ihre Abweichung von der geraden Linie, wenn sie schief durch Materien oder Mittel von verschiedener Dichtigkeit gehen. Was hievon zu unsern Plan gehört sind vornemlich folgende Erfahrungssätze:

§. 218. Ein Lichtstral, welcher aus einer dünnern oder feinern Materie in eine dichtere als z. B. nach Fig. 52. acb aus der Luft ins Wasser ECF übergeht, bricht sich auf der Stelle c wo er diese dichtere Materie berührt oder weicht von seinem geraden Wege ab, dergestalt, daß er sich einer durch den Punct c senkrecht auf EF gezogenen Linie dcn nähert und von c nach m hinfällt, als wenn er aus i gekommen wäre, acF heißt hierbey der Einfalls- und bcm der Brechungswinkel und die Erfahrung lehrt, daß der letztere bis auf eine, bey gleichen Materien beständige Größe zunimmt, nachdem der erste kleiner wird, oder daß die Refraction des Lichtstrals acb stärker wird, je schiefer er auf EF einfällt. Wenn hingegen dieser Stral loth- oder senkrecht auf EF nach der Richtung dc einfällt, so wird er nicht gebrochen, sondern fährt in allen Fällen von c gerade nach n hin.

§. 219. Um sich von der Wirkung der Stralenbrechung durch den Augenschein zu belehren, ist folgender Versuch sehr dienlich. In einer Schaale D Fig. 53. lege man eine Münze a, trete alsdann bis in c zurück, so daß der Rand der Schaale r die Münze völlig verdeckt, gieße hierauf in unverrückter Stellung Wasser in die Schaale, so wird die Münze aus c betrachtet zu Gesicht kommen und sich immer mehr zu heben scheinen je mehr Wasser aufgegossen wird, wobey demnach das Auge in c die Münze durch Hülfe des gebrochenen Strals cib sieht, wie die vorige Erklärung zeiget.

§. 220. Hieraus läßt sich folgern, daß die Lichtstralen der Himmelskörper einer solchen Brechung unterworfen seyn müßen, wenn sie aus der feinern Himmelsluft oder dem Aether in unsern viel dichtern Dunstkreis (Atmosphäre) übergehen, und daß wir folglich, da uns allenthalben die Luft umgiebt, nur wenige Himmelskörper an ihrem rechten Orte sehen, wie wohl im voraus gesagt, der Unterschied in den mehresten Ständen unmerklich ist.

§. 221. Gesetzt nach Fig 54. sey C die Erde und a b c d ihre Atmosphäre. Die bald aufgehende Sonne stehe noch etwas unter dem scheinbaren oder wahren Horizont r T oder n m in S, so werden ihre Lichtstralen den Luftkreis in d schon berühren, und daselbst gebrochen statt gegen o hinaus zu fahren nach dem Punct r auf der Erdoberfläche hinkommen. Hier wird nun einem Zuschauer die Sonne nach der Richtung des gebrochenen Lichtstrals r d nach h hinaus schon über den Horizont

zont hinaus aufgegangen zu seyn scheinen, welche doch noch wirklich unter demselben steht, und im Gegentheil wenn S die bereits untergegangene Sonne wäre, so würde selbige wegen der Refraction ihrer Stralen von r aus noch etwas übern Horizont nach h hinaus sich zeigen, so daß in beyden Fällen die Sonne höher erscheint als sie wirklich steht.

§. 222. Dies letztere ist nun die allgemeine Wirkung der astronomischen Stralenbrechung, daß nemlich alle Himmelskörper vom Horizont herauf in einen und denselben Verticalkreis, also senkrecht höher erscheinen. Sie ist am Horizont selbst am merklichsten weil da die Lichtstralen unter der größten möglichen Schiefe den Dunstkreis berühren, folglich am stärksten gebrochen werden, und trägt nach den Beobachtungen etwa 32 Minuten aus, nimmt aber sehr merklich ab, so bald die Himmelskörper nur wenige Grade hoch stehen, so daß sie auf dem halben Wege bis zum Zenith oder in der Höhe von 45° nur noch eine Minute groß ist. Von da wird sie noch mehr und ziemlich gleichförmig geringer und hört im Zenith selbst völlig auf, weil da die Lichtstralen ohne Brechung senkrecht durch die Luft herunterschießen.

§. 223. Da die Atmosphäre von sehr ungleicher Dichtigkeit ist und mit der Entfernung von der Erdoberfläche immer dünner wird, so leidet der Lichtstral dr indem er durch die Luft gegen die Erde fährt verschiedene Brechungen, und erhält dadurch eine gewiße Krümmung, nach deren Tangente von a hinaus wir zuletzt die Sonne oder den

Stern von welchen er kam an der scheinbaren Himmelskugel zu sehen glauben. Es sind aber die Gesetze, nach welchen die Dichtigkeit der Luft in den höhern Gegenden abnimmt, noch wenig bekannt und überdem ist die Luft in den verschiedenen Jahr und Tageszeiten von einer veränderlichen Beschaffenheit, daher denn die jedesmalige genaue Größe der Stralenbrechung, vornemlich am Horizont sich schwerlich bestimmen läßt.

§. 224. Die Astronomen haben unterdeßen nach gewißen angenommenen Hypothesen, daß nemlich die Atmosphäre in verschiedenen Regionen oder concentrischen Schichten von veränderlicher Dichtigkeit abgetheilt sey, Tabellen für die Stralenbrechung am Himmel in allen Höhen berechnet, welche mit den Beobachtungen ziemlich übereinstimmen, wovon hier eine im Auszuge folget:

scheinbare Höhe.	Refraction.		scheinbare Höhe.	Refraction.		scheinbare Höhe.	Refraction.	
Grad.	Min.	Sec.	Grad.	Min.	Sec.	Grad.	Min.	Sec.
0	32	24	7	7	32	30	1	42
1	24	21	8	6	40	40	1	10
2	18	41	9	5	58	50	0	49
3	14	46	10	5	24	60	0	34
4	12	3	15	3	36	70	0	21
5	10	5	20	2	40	80	0	10
6	8	39	25	2	6	90	0	0

Nach dieser Tafel wäre also, wenn die scheinbare Höhe eines Sterns mit einem Quadranten gemeßen

15 Grad austrüge, von derselben 3′ 36″ zu subtrahiren um deßen wahre Höhe zu haben.

§. 225. Die Stralenbrechung am Horizont beschleunigt den Aufgang der Himmelskörper und verzögert ihren Untergang, wie sich aus §. 221. ergiebt, welches bey der Sonne in unsern Gegenden zur Zeit der Solstitien an 5 Min. und der Aequinoctien 3¾ Min in Zeit austragen kann. Sie ist ferner die Ursache, daß die Scheiben der Sonne und des Mondes am Horizont ihre runde Gestalt verlieren und oval auch wohl ausgezackt erscheinen. Die ovale Figur kommt daher weil nur ihr verticaler und nicht ihr horizontaler Durchmeßer durch die Stralenbrechung verändert wird. Endlich haben wir auch derselben die Morgen und Abenddämmerung zu danken, wobey die Lichtstralen der Sonne eine gute Weile vor und nach ihren Auf- und Untergang in der Luft gebrochen werden.

Von der Parallaxe.

§. 226.

Wenn nach Fig. 55. der Körper C von a aus betrachtet wird, so erscheint er gegen den Punct m der Wand DE und von b aus gegen n. Der Unterschied dieser beyden Oerter n m oder der Winkel r = s heißt: parallaxe und ist folglich die Neigung der Gesichtslinien hinterhalb einen freystehenden Körper, wenn er aus zwey verschiedenen Ständen gesehen wird.

§. 227.

§. 227. Diese Erklärung läßt sich gleich in der Astronomie anwenden. Wir beobachten nemlich alle Himmelskörper von der Oberfläche der Erde, auf welcher sich unzählige Gesichtspuncte annehmen laßen, die schon je zwey und zwey, ziemlich von einander entfernte, zusammen genommen, auf die Vorstellung einer Parallaxe am Himmel führen. Allein der Astronom ist zugleich genöthigt den Zuschauer der Welt sich im Mittelpunct der Erde gestellt zu gedenken, weil dies ein und derselbe Punct für alle Erdbewohner ist, und sich daher annehmen läßt, daß von demselben aus betrachtet alle Himmelskörper, sie mögen noch so nahe oder ferne seyn, allemal an ihren rechten Ort erscheinen. Daher heißt der scheinbare Ort eines Himmelskörpers derjenige wo er von einem jeden Punct der Oberfläche der Erde; der wahre hingegen, wo er zu gleicher Zeit aus dem Mittelpunct derselben an der scheinbaren Himmelskugel gesehen wird und der Unterschied zwischen beyden seine Parallaxe.

§. 228. Nach Fig. 56. sey T der Mittelpunct der Erde und n ein Punct ihrer Oberfläche; AZH der Kreis der eingebildeten Himmelskugel; SSS ein Kreis worin ein gewißer Planet und a b c worin der Mond täglich herumläuft. AH ist der wahre und mnm der scheinbare Horizont. Die Linie Tnc steht senkrecht auf beyden und führt zum Zenith Z. Steht nun der Mond in a und geht folglich für n auf oder unter, so wird er von n aus im scheinbaren Horizont nach m; von T aber nach h gesehen. Jener ist sein scheinbarer und dieser sein wahrer

Ort

Ort, und daher mh welchen man hier ham gleich setzen kann, die Parallaxe. Auf eben die Art zeigt die Figur die Parallaxe des Mondes in der Höhe b; ingleichen von dem Planeten S.

§. 229. Die Parallaxe ist 1) am Horizont am größten, nimmt mit der zunehmenden Höhe eines Himmelskörpers über den Horizont ab, und mit der abnehmenden zu, und hört im Zenith völlig auf. Sie wird ferner 2) immer geringer, je weiter der Himmelskörper von der Erde entfernt ist und umgekehrt. Beydes lehrt die Figur durch den Augenschein. Eben so zeigt dieselbe, daß wegen der Wirkung der Parallaxe, alle Himmelskörper bey welchen sie noch merklich ist, auf der Oberfläche der Erde in einen jeden Verticalkreis worin sie stehen wie ZH, ZA niedriger erscheinen als aus dem Mittelpunct der Erde, so daß also ihr wahrer Stand senkrecht gegen den Horizont also ohne Veränderung des Azimuths verrückt wird, und daher heißt die bisher betrachtete Parallaxe, die Parallaxe der Höhe, welche in den mehresten Fällen eine Parallaxe der Länge, Breite, geraden Aufsteigung und Abweichung nach sich zieht, wie sich auf einem Globus deutlich machen läßt.

§. 230. Aus der horizontalen Parallaxe eines himmlischen Körpers läßt sich seine Parallaxe in einer jeden scheinbaren Höhe über den Horizont nach folgenden Regeln leicht zu finden. In dem bey n rechtwinklichten ebenen Dreyeck nTa verhält sich:

Sin.

Sin. a : nT = Sin. n : Ta

und in dem stumpfwinklichten bnT   Sin. b : nT = Sin. bnT : Tb

Ta = Tb

aus beyden folgt: Sin. n : Sin. bnT = Sin. a : Sin. b oder in Worten: Der Sinus totus oder Radius = 1 verhält sich zum Sinus des scheinbaren Abstandes vom Zenith bnZ (denn der Sinus von bnT ist dem Sinus von bnZ gleich §. 25.) oder Cosinus der scheinbaren Höhe bnm, wie der Sinus der horizontalen Parallaxe zum Sinus der in der gegebenen Höhe gesuchten. Da aber der Radius = 1 nicht dividirt und die horizontale Parallaxe auch selbst des nächsten Himmelskörpers, des Mondes, nie viel über einen Grad gehet, wobey sich zwischen Bogen und Sinus kein merklicher Unterschied zeigt, so wird b durch a × Cos. bnm gefunden.

§. 231. Der wichtigste Nutzen, welchen die Kenntniß der Parallaxe in der Astronomie leistet, ist, daß wir durch ihr zu einer richtigen Berechnung der Entfernung derjenigen Himmelskörper bey welchen sie noch statt hat, geführt werden. Gesetzt der Mond stehe nach Fig. 56. im scheinbaren Horizont in a und in den bey n rechtwinklichten Dreyeck nTa sey der parallactische Winkel naT, imgleichen der Halbmeßer der Erde Tn in Meilen bekannt, so läßt sich bereits nach obiger Formel Ta oder die Entfernung des Mondes vom Mittelpunct der Erde in Meilen finden. Wird aber Tn = k; naT = a; Ta = h gesetzt und der rechte Winkel n nicht gerechnet, (§. 33.) so ist das Dreyeck V wie

das in Fig. 29. bezeichnet und nach §. 33.
k = h × Sin. a oder versetzt, da h gesucht wird:

$$h = \frac{k}{\text{Sin. a.}}$$

Steht aber der Mond übern Horizont in b so muß in dem Dreyeck bnT außer dem parallactischen Winkel nbT und Erdhalbmeßer Tn, auch seine scheinbare Höhe bnm deren Complement der Abstand vom Zenith bnZ ist bekannt seyn, um Tb die Entfernung des Mondes vom Mittelpunct der Erde zu finden, wozu gleichfalls die oben angesetzte Formel (nach §. 35 und Fig. 30.) dient. Aus derselben ist folgende allgemeine Regel abzuleiten: **Der Sinus des parallactischen Winkels, verhält sich zum Sinus der scheinbaren Weite vom Zenith oder Cosinus der scheinbaren Höhe (§. 230.), wie der Halbmeßer der Erde zur Entfernung des himmlischen Körpers.**

§. 232. Diese Regel bringt aber die Entfernung eines Himmelskörpers immer unsicherer oder weniger genau heraus, wenn deßen Entfernung so groß wird daß der Halbmeßer der Erde anfängt dagegen kein Verhältniß mehr zu haben, weil alsdenn der parallactische Winkel sehr klein ausfällt, so daß ein geringer Fehler in seiner Bestimmung den Himmelskörper gleich um eine große Weite näher oder ferner setzt, wie sich leicht beweisen läßt. Zeigte sich aber in diesem Falle den Astronomen eine Gelegenheit, eine bekannte größere Seite als der Erdhalbmeßer in dem vorkommenden parallactischen

Drey=

Dreyeck zum Grunde zu legen, so würde er hierdurch die Entfernung des entlegenern Himmelskörpers mit mehr Zuverläßigkeit bestimmen können, wozu es in der Astronomie wirklich Anläße giebt. Denn der Erdhalbmeßer kann, um dies hier vorläufig zu sagen, eigentlich nur bey Berechnung der Entfernung des Mondes dienen; bey der Sonne und den mehresten Planeten wird er schon sehr geringe und bey den entferntern Planeten und den Fixsternen verschwindet er gänzlich, wo alsdann der Astronom zu andern Hülfsmitteln schreiten muß, um ihre Entfernung einigermaaßen zu finden oder zu vermuthen.

§. 233. Parallaxe und Refraction zusammen genommen, machen daß wir die Himmelsköper im genauesten Verstande, eigentlich nur im Scheitelpunct an ihren rechten Ort der scheinbaren Himmelskugel sehen. Beyde wirken senkrecht, also allemal in einem Verticalkreise, so daß durch erstere die Himmelskörper niedriger und durch letztere höher zu stehen scheinen und beydes geschieht am Horizont am stärksten. Die Refraction ist bey allen gleich groß, sie mögen nahe oder ferne seyn; die Parallaxe hingegen hängt blos von ihrer Entfernung ab, und kommt nur beym Monde, der Sonne nnd einigen Planeten noch in Rechnung. Bey den Fixsternen hingegen verschwindet sie gänzlich und es bleibt bey der Reducirung ihrer beobachteten scheinbaren Höhe auf die wahre nur die Wirkung der Refraction zu betrachten übrig.

Fünfter Abschnitt.

Von der Figur und Größe der Erde, Abtheilungen ihrer Oberfläche, Lage und Bewegung im Weltraum.

Von der Figur der Erde.

§. 234.

Die Erde ist, der nähern Betrachtung ihrer gesitteten Bewohner vorzüglich würdig, und besonders dient zuerst eine richtige Bestimmung ihrer eigentlichen Gestalt, um viele gänzlich davon abhängende Erscheinungen am Himmel zu erklären, wenn sie nicht auch schon der allgemeinen Kenntniß ihrer Oberfläche, oder der Erdbeschreibung und Schiffahrt die wichtigsten Vortheile leistete.

§. 235. Die ältesten Völker haben verschiedene und mehrentheils ungereimte Gedanken von der Figur der Erde gehabt. Viele glaubten, daß sie eine große weit ausgebreitete kreisförmige Ebene sey wie der Augenschein lehrt, durch welchen Wahn noch jetzt der gemeine Mann hiebey getäuscht wird. Die Chaldäer lehrten die Erde sey einem Schifferboote ähnlich, andere sie hätte die Gestalt einer Pyramide, eines Würfels 2c. Leucipp verglich sie mit einer Walze und Democrit mit einer Schüssel.

§. 236. Dergleichen ungegründete Voraussetzungen konnten sich aber nur so lange erhalten, als die Sternwissenschaft noch unvollkommen blieb. Denn so bald sich die astronomischen Kenntniße vermehrten, lies sich aus vielen Erscheinungen am Himmel eine richtigere Erklärung der Figur der Erde folgern. Hiezu fand sich gleich Gelegenheit, als die Alten anfiengen weite Land und Seereisen vorzunehmen, denn dabey wurden sie zuerst aus den veränderlichen Stand der Sterne gegen den Scheitelpunct und Horizont, und Entdeckung neuer Sterne so wie sie sich an entlegenen Orten begaben, auch selbst durch die Bemerkung wie weit entfernte erhabene Gegenstände auf der See und dem Lande zuerst zu Gesicht kommen, auf die Vorstellung gebracht, daß der Erdkörper eine kugelähnliche Gestalt haben müße. Thales, Anaximander, Parmenides, Pythagoras und andere lehrten dies öffentlich, doch glaubten noch einige, die Erdkugel schwimme auf einem unbegränzten Meere, aus welchem sich die Sonne des Morgens erhebt und des Abends hinabsinkt.

§. 237. Den ersten und allgemeinsten Beweiß von der Kugelgestalt der Erde geben die Mondfinsterniße. Denn bey denselben geht der Mond durch einen Schatten von welchen sich allemal ein Stück von einer runden Scheibe auf dem Mond zeigt, er mag mitten oder nur zum Theil Nord- oder Südwärts hindurch gehen. Da nun die Astronomie lehrt, daß dieß der Schatten der Erde sey, welcher der Sonne gerade gegen über auf den Mond

 fällt,

fällt, und nur eine Kugel in allen möglichen Stellungen; eine platte Scheibe, eine Walze, Kegel und Kugelstück aber nur in einem einzigen Stande gegen dem Lichte einen kreisförmigen Schatten werfen kann, so wird hierdurch die Sache auf einmal entschieden. Die Berge und überhaupt die größern Unebenheiten der Erdoberfläche sind gegen die ganze Erde zu geringe, als daß sie ihre Kugelgestalt merklich verändern sollten, wie sie sich dann auch deswegen am Rande des Erdschattens im Monde nicht zeigen.

§. 238. Man kann auch selbst auf der Oberfläche der Erde Beweise ihrer Ründung finden. Denn darauf treffen wir nirgends Gränzen an, welche doch statt haben müßten, wenn die Erde eine platte Scheibe wäre, und dies ist gerade die Eigenschaft einer Kugel. Dann ist die Erde schon über zwanzigmal umseegelt worden, und diese Schiffahrer kamen wieder in den Hafen ihrer Ausfahrt an ohne auf dieser Reise mit ihrem Schiff umwenden zu dürfen. Magellan war der erste welcher diese Fahrt vom 10 Aug. 1519 bis 7 Sept. 1522 vornahm, und die beyden neuesten Umschiffungen der Erde haben 1771 Capitain Cook mit Doctor Solander und Herr Banks; 1775 abermal Cook mit beyden Herrn Forsters ausgeführt. Alle diese Seereisen, die letzte ausgenommen, sind von Morgen gegen Abend geschehen, und zeigen, daß die aus Land und Wasser bestehende Erdoberfläche überall frey und bewohnbar sey, und daß folglich der Erdkörper nirgends aufliege sondern frey

im

im Weltraum schwebe. Da auch die Reisenden zu Land und Wasser die Spitzen entfernter Berge, Thürme, Mastbäume immer eher als den Fuß derselben sehen, so dient dies ebenfalls zum Beweise, daß die Erdoberfläche eine Krümmung haben müße, denn wenn nach Fig. 57. nag die Oberfläche der Erde ist, so wird von a aus nur erst die Spitze d des Berges e gesehen, es kommt aber immer mehr von demselben zu Gesicht, je weiter man von a gegen e sich begiebt. Endlich gründen sich die Regeln nach welcher der Schiffahrer über den Ocean hinsegelt auf die Voraussetzung daß die Erde einer Kugel ähnlich sey, und da diese Regeln allemal zutreffen, so muß wohl die angenommene Gestalt der Erde die richtige seyn.

§. 239. Ferner lehren uns die veränderlichen Stellungen der Himmelskörper gegen unsern Scheitelpunct und Horizont, wenn wir uns von einem Ort zum andern begeben, daß die Erde eine Kugelgestalt habe. Sie ist einmal rund von Norden nach Süden, denn wenn ein Reisender seinen Weg gerade nach Norden nimmt, so findet er, daß sich die Nordwärts stehenden Sterne immer mehr seinem Zenith nähern oder höher übern Horizont kommen, und eben dies nimmt er an den Südlichen wahr, wenn er gerade nach Süden reiset.

§. 240. Daß diese Erscheinungen blos der bogenähnlichen Gestalt der Erdoberfläche zuzuschreiben sey, und daß nicht etwa der Reisende auf einer ebenen Erdfläche horizontal bis unter die anfangs von seinem Zenith entfernte Sterne hingehe lehrt

die 57 Figur. Es sey a c die vorausgesetzte ebene Fläche der Erde; a b g aber ihre Kugelgestalt. In a erscheine der Stern S im Zenith Z und in t stehe ein anderer Stern einige Grade davon. So müßte der Bewohner einer ebenen Erdfläche von a bis in c und gerade eben so weit als beyde Sterne von einander stehen, welche Weite wie die Astronomie lehrt aufs wenigste einige Millionen Meilen austragen könnte, fortreisen um den Stern t im Zenith zu bekommen und dies streitet wieder alle Erfahrung; hingegen auf einer kugelähnlichen Erde braucht er nur zu gleichem Endzweck von a bis b zu gehen, welcher Weg, wenn der Winkel o oder der Bogen s t 6° groß wäre, nur den 60sten Theil vom Umfange der Erde in einem angenommenen Meilenmaaße austrägt welches völlig mit der Erfahrung übereinstimmt.

§. 241. Eben so ist die Erde rund von Osten gegen Westen, denn die Sonne und alle übrige Himmelskörper gehen allen Bewohnern der Erde nicht zu gleicher Zeit auf oder unter, welches doch geschehen müßte, wenn sie alle die Seite einer ebenen Erdfläche bewohnten. Die Erfahrung lehrt vielmehr, daß Sonne und Sterne in den weiter ostwärts liegenden Ländern allemal früher; in den mehr westlich liegenden aber später auf und untergehen. Denn z. B. nach Fig. 58. geht die Sonne in S für den Punct der Erde a auf und für c unter; in T für b auf und für d unter; in V für e auf und für k unter ꝛc. so wie sie von Morgen gegen Abend am Himmel fortrückt, und in jedem Augenblick

blick die halbe Erdkugel auf einmal erleuchtet. Hieraus und aus den vorigen folgt ohne Zweifel, daß die Erde von allen Seiten rund und daher eine Kugel sey.

Nähere Bestimmung der Figur der Erde.

§. 242.

Ob aber die Erde überall vollkommen kugelrund sey, die Ungleichheiten, welche Berge und Thäler auf ihrer Oberfläche verursachen zu geschweigen, ist eine andere Frage, auf deren Untersuchung die Naturforscher erst in den neuern Zeiten gekommen sind, nachdem die richtige Meynung von einer 24stündlichen Umwälzung der Erdkugel über Vorurtheile und Aberglauben siegte und allgemeinen Beyfall fand.

§. 243. Wenn eine Kugel schnell um ihre Axe gedreht wird, so ist mitten um derselben oder 90° von den Polen der Umschwung am stärksten, welcher an den Polen völlig aufhört. Die Theile ihrer Oberfläche erhalten daher ein immer größeres Bestreben sich senkrecht von der Axe zu entfernen, je weiter sie von den Polen liegen und mitten um die Kugel oder in ihrem Aequator (den man sich nach §. 93 um eine jede Kugel gedenken kann) wird dies Bestreben am wirksamsten, weil sich daselbst die Theile in den größten Kreis umschwingen.

§. 244. Wäre nun diese Kugel von einer noch nicht erhärteten Masse, etwa von weichem Leim formirt, so würde dieselbe bey einer schnellen Umdre-

hung von der vom Mittelpunct fliehenden Kraft der Theile, eine gegen ihre Pole etwas eingedrückte, oder um den Aequator etwas erhabnere Gestalt erhalten. Und aus ähnlichen Gründen schloß nun Neuton, daß die anfangs noch weiche Erdkugel durch ihre Axendrehung, ehe ihre Maße gänzlich erhärtet, nach und nach eine um ihre Pole etwas flächere Kugel geworden seyn müsse. Er brachte sogar aus tiefsinnigen Schlüssen und Rechnungen heraus, indem er aus den erfundenen Gesetzen der Schwer und Fliehkraft der Körper nach den Pendulversuchen, verglichen mit der Größe und Umdrehungszeit der Erdkugel, bewies, daß wenn man den Durchmesser der Erde von einem Pol zum andern 229 setzt, der vom Kreise des Aequators 230 seyn werde.

§. 245. Das was hier Neuton und mit ihm Huygens nach Vernunft- und Erfahrungsgründen über die eigentliche Gestalt der Erde berechnet hatten, wünschte man nachher durch wirkliche Ausmessungen am Himmel und auf der Erde bestätigt zu sehen. Aus den Mondsinsternissen ließ sich unterdessen hierüber wenig zuverläßiges schließen, weil sich dabey aufs höchste nur der achte Theil vom Umkreise des Erdschattens zugleich auf der Mondscheibe zeigt, und die Astronomen waren daher genöthigt zu wirklichen Ausmessungen der Erdründung zu schreiten.

§. 246. Unter andern maaß hierauf Picard im Jahr 1669 unter Ludwig XIV. in den nordlichen Gegenden Frankreichs einen Bogen des Mittags-

tagskreises geometrisch, und diese Messung wurde von Cassini in den Jahren 1683 und 1700 von Paris bis zu den Pyrenäischen Gebürgen fortgesetzt. Dieser fand aus genauen Vergleichungen mit den veränderlichen Stande des einen oder andern Sterns gegen den Zenith, im nordlichen und südlichen Frankreich, die Größe eines Grades vom Meridian oder der Breite Südwärts von Paris 57126 und Nordwärts 57055 franz. Klafter (Toisen) woraus folgen würde, daß die Grade gegen die Pole kleiner wären, und folglich die Erde eine gegen die Pole länglichte Gestalt haben müsse, welches gerade das Gegentheil von Neutons Meynung war.

§. 247. Denn es sey nach Figur 59 ABCD die länglichte oder elliptische Ründung der Erde. So wäre nach Cassini Voraussetzung AC der Durchmesser der Erdaxe und BD des Aequators, weil man nach seiner Beobachtung in der Gegend A oder C nicht so weit gehen dürfe um die Krümmung der Erdoberfläche zu bemerken, als um D oder B welches der Anblick der Figur lehrt, dergestalt schiene die Ründung der Erdfläche um die Pole einer kleinern Kugel; die um den Aequator aber einer größern zuzugehören. Neuton aber hatte herausgebracht daß BD die Erdaxe, und AC den Durchmesser des Aequators abbilden müsse, woraus eine um die Pole flächere Erdkugel sich folgern ließe.

§. 248. Diese verschiedene Meynungen veranlaßten unter den französischen und englischen Gelehrten

lehrten verschiedene Streitigkeiten, bis endlich selbst die erstern gegen die Cassinischen Messungen mißtrauisch wurden, und sich überdem leicht beurtheilen ließ, daß auch die durch ganz Frankreich fortgeführte und gemessene Mittagslinie noch ein viel zu kleines Bogenstück vom Erdumkreise sey, um daraus mit einiger Zuverläßigkeit gegen Newtons Hypothese, die sich auf allgemeine physikalische Gründe bezog, eine nach den Polen länglichte Erde herzuleiten, zumal da auch die Abweichung von der genauen Kugelgestalt nicht groß seyn konnte.

§. 249. Um diesen Wiederspruch auf die sicherste Art zu heben, wurde endlich vorgeschlagen, einige Grade des Mittagskreises unter der Mittellinie und so nahe als möglich bey den Polen besonders zu messen. Diesen Vorschlag richteten einige Herren von der französischen Akademie unter Ludewig XV. wirklich ins Werk. Im Jahr 1735 gingen Bougner, de la Condamine und Godin nach Peru unter Seegel. Sie stellten ihre Beobachtungen in der Landschaft Quito nahe Südwärts am Aequator an, und endigten dieselbe erst im Jahr 1744, nachdem sie einen Bogen von mehr als drey Graden geometrisch gemessen und mit dem Himmel verglichen hatten (auf welche Art dies angestellt wird, zeige ich im folgenden). Im Jahr 1736 reisete Maupertuis nach dem Schwedischen Lappland, und maaß ebenfalls mit seinen Gehülfen in der Gegend der Stadt Tornea einen Grad untern Nordlichen Polarcircul, womit er bereits im folgenden Jahr fertig wurde.

§. 250.

§. 250. Der Erfolg dieser mit der äußersten Sorgfalt angestellten Beobachtungen zeigte erstlich, daß die Erde keine vollkommene Kugel sey, weil die Größe der Grade unter den Polen und der Mittellinie ungleich ausfiel. Er bestätigte ferner Neutons Meynung, denn der Grad bey dem Nordpol war um fast 700 franz. 6füßige Klafter größer als der unter der Mittellinie, so daß wir auf einer gegen ihre Pole abgeplatteten Kugel, (Afterkugel Sphæroid) wohnen müssen, von welcher aus vielen Vergleichungen der angestelten Beobachtungen unter andern Mauvertuis gefunden, daß sich der Durchmesser ihres Aequators zur Länge der Axe wie 178 zu 177 verhalte. Diese Figur der Erde ergiebt sich ferner aus des de la Caille Gradmessung, welche er im Jahr 1750 auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung unternommen. Es sind auch in Italien und andern Ländern ähnliche Messungen angestellt, welche auf gleiche Folgen führen.

§. 251. Bey dieser sphäroidischen Gestalt der sich um ihre Axe drehenden Erdkugel kann die Schwere oder das Bestreben aller Körper sich dem Mittelpunct der Erde zu nähern, auf ihrer Oberfläche nicht überall gleich groß seyn, denn einmal wird ein gewisser Theil derselben durch die von ihren Umschwung entstehende Fliehkraft aufgehoben, welche unterm Aequator am stärksten ist; ferner wirkt die vom Mittelpunct fliehende Kraft nur daselbst gerade, nach den Polen hin aber schief gegen die Schwere, weil jene senkrecht von der Axe, diese aber senkrecht auf einen jeden Punct der Erdoberfläche

fläche gerichtet ist, denn in den Punct o Fig. 59 wirkt die Fliehkraft nach r o die Schwerkraft aber nach s o. Beyde Wirkungen würden auch bey einer vollkommenen Kugelgestalt der Erde statt finden, da aber bey ihrer Applattung die Länder unterm Aequator überdem weiter vom Mittelpunct der Erde als die untern Polen liegen, so muß deswegen in den erstern die Schwere durch den größern Umschwung noch mehr wie bey der vollkommenen Rundung vermindert werden, da selbige in den letzten mit ihrer ganzen Kraft ungestört auf die Körper wirkt. Unterdessen muß diese letztere Ursache am wenigsten wirken, weil die Applattung der Erdkugel nur geringe ist.

§. 252. Diese Verringerung der Schwere gegen den Aequator haben die Versuche mit den Penduln bewiesen. Richer war der erste, welcher im Jahr 1672 und also lange vor den angestellten Ausmessungen der Erde in Peru und Lappland, die wichtige Entdeckung machte, daß ein auf der Insel Cayenne nahe am Aequator von Paris mitgenommenes Secunden-Pendul, daselbst täglich um zwey Minuten zu langsam ging, und um $1\frac{1}{4}$ Linien verkürzt werden müsse, wenn es seine Secunden richtig schlagen solle. Hieraus ergab sich, daß die Körper unterm Aequator etwas von ihrer Schwere verlieren müßen, indem das von der Schwere hin und her schwankende Pendul auf Cayenne langsamer als zu Paris schlug, welches die Umdrehung der Erdkugel bewies, weil nur dadurch eine solche Verminderung der Schwere entstehen kann. Nach mehrern in

ver-

verschiedenen Ländern mit einer großen Genauigkeit angestellten Pendul Versuchen zeigte sichs zugleich, daß die Abnahme der Schwere unterm Aequator größer sey, als die welche blos von dem Umschwunge einer vollkommen runden Erdkugel bewirkt werden könne, wodurch Neutons und Huygens Meynung, daß die Erde eine um ihre Pole flächere Kugel sey bewiesen, und nachher durch wirkliche Ausmessungen bestätigt wurde. Folgende Tafel zeigt die Verlängerung der Penduln gegen die Pole, nach Beobachtungen in verschiedenen Breiten oder Abständen vom Aequator.

Zu Quito oder fast unterm			Länge in franz. Maasse.
Aequator	0° 25′	Südl. Br.	36 Zoll 7,10 Lin.
– Portobello	9° 33′	N. Breite.	36 — 7,16 —
– klein Goave	18 27	—	36 — 7,37 —
– Rom	41 54	—	36 — 8,28 —
– Paris	48 50	—	36 — 8,57 —
– Leiden	52 9	—	36 — 8,71 —
– Archangel	64 33	—	36 — 9,10 —

Anmerk. Die Lehre von den Penduln und ihren Schwingungen gehört eigentlich in die Naturlehre. Unterdessen merke ich hier an, daß eine jede Bleykugel an einen etwa 440 $\frac{7}{10}$ französische Linien langen Faden bey uns als ein Secundenpendul eine Weile dienen kann, wenn es im Schwunge, dieser mag übrigens groß oder klein seyn, gesetzt wird. Die Zeit der Schwingungen wird gleich seyn, wenn es auch gegen seinen Stillstand immer kleinere Bögen beschreibt. Soll es noch einmal so geschwinde schlagen, so wird es 4, bey einer dreyfachen Geschwindigkeit 9mal rc. und so nach den Quadratzahlen der Zeiten kürzer gemacht; im Gegentheil aber nach gleichem Verhältnisse verlängert, wenn es langsamer schwingen soll.

§. 253.

§. 253. Aus diesen beobachteten Pendullängen in verschiedenen Breiten ziehen die Naturforscher die Folge, daß sich die Kräfte der Schwere zweyer vom Aequator ungleich entfernter Oerter gegen einander verhalten wie die Länge der Penduln, welche an beyden ihre Schwingungen in gleichen Zeiten vollenden, und da überdem Neuton die Regel giebt, daß sich das Wachsthum der Schwerkraft vom Aequator bis zu den Polen beynahe nach dem Quadrat vom Sinus der Breite richte, so werden die Längen der Penduln in gleichem Verhältnisse stehen. Werden hiernach die Anzahl ihrer Schwingungen in gleicher Zeit an verschiedenen Orten mit einander verglichen, so ergiebt sich die Länge des Secundenpenduls unterm Pol von 36 Zoll 9, 52 Linien und unterm Aequator von 36 Zoll 7, 22 Linien, folglich die Kräfte der Schwere an beyden Orten wie 441, 52 zu 439, 22. Da nun diese mit der Entfernung vom Mittelpunct der Erde abnehmen, so entsteht hieraus das Verhältniß der Länge der Erdaxe zum Durchmesser des Aequators wie 43922: 44152 oder in kleinern Zahlen wie 192 zu 191, welches mit den obigen sehr gut zusammen stimmt.

§. 254. Ohnerachtet die Applattung der Erdkugel nur etwa den 170 oder 180sten Theil ihres Durchmessers austrägt und wir daher in vielen Fällen als bey Verfertigung der Erdgloben und Zeichnung allgemeiner Charten von der ganzen Erdfläche, dieselbe ohne merklichen Fehler als völlig kugelrund betrachten können, so ist doch an der genauen Kenntniß

niß der eigentlichen Figur der Erde viel gelegen. Denn wir haben nunmehr 1) einen sehr richtigen Beweiß von ihrer täglichen Umwälzung, da die Erhöhung unter der Mittellinie von derselben entstanden ist. Sie setzt daher 2) die Theorie der Schwere in ein neues Licht. Sie dient 3) zur größern Vollkommenheit der Wasserwägekunst (Nivellement) nemlich der Untersuchung wie viel ein Ort höher oder vom Mittelpunct der Erde entfernter liegt als ein anderer, um darnach das Gefälle der Flüße zu berechnen. Sie hat 4) bey der genauern Bestimmung der Entfernung des Mondes aus seiner beobachteten Parallaxe ihren großen Nutzen. Denn nur bey einer vollkommen runden Erdkugel kann die Horizontalparallaxe des Mondes zu einer gewißen Zeit für alle welche den Mond in ihrem Horizont haben gleich groß seyn, allein die 59 Figur zeigt, daß wenn bey gleichen Entfernungen des Mondes in n und m derselbe von D aus untern Pol im Horizont steht, die Parallaxe DnE kleiner sey als AmE die ein Zuschauer in A untern Aequator bemerkt, weil in jenem Stande der dazu gehörige Erdhalbmeßer DE kleiner ist als in diesem AE. 5) Endlich leistet sie der Erdbeschreibung und Schiffahrt wichtige Vortheile, denn wenn die Lage der Länder und Seeküsten gegen einander zur Sicherheit der Seefahrer genau verzeichnet werden sollen, muß die Länge aller Grade der Meridiane und Parallelen des Aequators bekannt seyn.

Von der Größe der Erde.

§. 255.

Ist die Figur der Erde bekannt, so läßt sich ihre Größe finden, wobey man anfangs voraussetzen kann, daß sie eine vollkommene Kugel sey. Wir bewohnen aber nur die äußere Fläche dieses für uns ungeheuer großen Erdballs, und sind folglich nicht im Stande den völligen Umfang, Durchschnitt, Weite der Oberfläche rc. deßelben durch unmittelbare Ausmeßungen zu bestimmen, sondern wir suchen zu dieser Kenntniß zu gelangen, indem wir 1) nur einen kleinen Bogen eines ihrer größten Kreise, als vom Meridian nach einem bekannten Längenmaaße ausmeßen und mit dem veränderlichen Stande eines gewißen Sterns gegen das Zenith an beyden Endpuncten deßelben vergleichen. Hierauf 2) das Verhältniß dieses Bogens zum ganzen Umkreis oder 360° berechnen, und damit den Umfang der Erde finden. Dann lehrt 3) die Geometrie wie aus den Umkreis einer Kugel ihr Durchmeßer, ferner hieraus der Inhalt ihrer Oberfläche und endlich der körperliche Inhalt gefunden wird, wodurch sich die Größe der Erdkugel berechnen läßt.

§. 256. Betreffend den ersten Punct, so ist dabey die Frage, wie weit man auf der Erdoberfläche unter einen Meridian fortgehen muß, damit nach genauen astronomischen Beobachtungen ein Stern seine Weite vom Zenith um eine gewiße Anzahl Grade verändert habe. Als nach Fig. 57

steht

steht aus a betrachtet der Stern S gerade im Zenith, in b wird der Punct t das Zenith des Zuschauers und S erscheint daselbst um eben so viele Grade vom Umkreis der Himmelskugel von t ab, als die Veränderung des Orts oder der Bogen ab vom Umfang der Erde nabg austrägt, weil o der gemeinsame Mittelpunct der Erd- und Himmelskugel ist (§. 3). Nun muß noch der zurückgelegte Weg nach einem bekannten Längenmaaße wirklich ausgemeßen werden, sonst weiß der Beobachter nicht, ob er auf der größern Erdoberfläche den Weg ab oder auf der kleinern rz gemacht hat, da beyde Bögen gleich viele Grade enthalten.

§. 257. Auf dergleichen Untersuchungen sind schon die Alten gekommen, sobald sie die Kugelgestalt der Erde einsahen. Anaximander soll 550 und Archytas 400 Jahr vor Christi Geburt die Größe der Erde ausgemeßen haben, wovon wir aber den Erfolg nicht wißen. Hingegen vom Eratosthenes welcher 130 Jahr hernach lebte haben wir noch Nachricht, daß er vermittelst des Schattens eines Sonnenzeigers, die Entfernung der Stadt Syene an den aethiopischen Gränzen von Alexandrien in Aegypten (welche er beyde unter einen Meridian setzte) auf den 50sten Theil oder 7° 12′ vom Umfange der Erde gefunden. Den Abstand beyder Städte nahm er nach den Bericht der Reisenden zu 5000 Stadien an und so würde der ganze Umkreis der Erde 250000 Stadien enthalten, wie wol hiebey vieles unzuverläßig und die eigentliche Größe dieser Stadien in uns be-

kannten Maaßen noch streitig ist, obgleich einige dieselben zu 104 franz. Klafter annehmen. Posidonius nahm 150 Jahr vor C. G. eine dergleichen Arbeit vor und bestimmte die ganze Erdründung auf 240000 griechische Stadien aus den zu Rhodus und Alexandrien gemachten Beobachtungen des hellen Sterns Canopus im Schiff, und 800 Jahr nach der christlichen Zeitrechnung, ließ der über die Araber herrschende Calife Almamom zu diesem Ende durch seine Astronomen zwey Grade vom Erdumkreise in den weiten Ebenen von Zinjar (vermuthlich Mesopotamien) meßen, wodurch die Größe eines Grades auf $56\frac{2}{3}$ Meilen gesetzt wurde, allein was dies für Meilen sind läßt sich schwerlich noch mit Zuverläßigkeit bestimmen.

§. 258. Im Jahr 1550 versuchte Fernel aufs neue die Erde zu meßen, da er die Entfernung zweyer unter einen Meridian nach astronomischen Beobachtungen um einen Grad von einander liegender Oerter vermittelst der Umläufe eines Wagenrades ausmaaß, allein der Erfolg verdient dieser unsichern Verfahrungsart wegen wenig Achtung. Snellius wählte zuerst neue und zuverläßigere Mittel da er im Jahr 1615 in der Gegend um Leiden die Größe eines Grades vom Meridian durch Hülfe geometrischer Ausmeßungen und astronomischer Beobachtungen bestimmte. Eben diesen Weg befolgte Norwood in England im Jahr 1633, und der als Astronom bekannte Pater Ricciolus hat um das Jahr 1654 gleichfalls verschiedene zu diesem Zweck dienende Vorschläge gegeben und ausgeführt.

führt. Die Resultate dieser Ausmeßungen übergehe ich billig, da uns die Beobachtungen von Picard, Caßini gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts (§. 246.), Maupertuis und Bouguer in dem jetzigen (§. 249.), der Wahrheit gewiß viel näher kommende geliefert haben, zumal da nicht nur die Größe sondern auch die eigentliche Gestalt der Erdkugel dadurch herausgebracht werden sollte, wobey das ganze Verfahren mit der größten Vorsicht unternommen und die genauesten Instrumente auf das sorgfältigste geprüft werden mußten.

§. 259. Aus der 60 Figur läßt sich die Methode nach welcher die Größe eines Meridiangrades geometrisch gemeßen wird abnehmen. Es sey AF ein im Bogen und Längenmaaß zu meßender Theil eines Mittagskreises, wobey es zu mehrerer Richtigkeit nun nothwendig ist daß er einige Grade faße. Allein bey einer ansehnlichen Weite wird es theils wegen der gebogenen Erdfläche theils wegen der dazwischen liegenden Gegenstände unmöglich von A aus F zu sehen, wenn auch beyde Oerter erhaben liegen. Man weiß schon im voraus, daß wenn z. B. der Bogen 2° hält, die Weite AF an 30 deutsche Meilen austrägt, die sich auch mit der Meßruthe nicht ausmeßen läßet und daher geometrisch bestimmt werden muß. Gesetzt es liegen nun um AF herum einzelne hohe Berge, auf deren Spitzen EBCD sich Standzeichen errichten laßen, die von den zunächst liegenden zu Gesicht kommen und die Linie mn werde auf einem ebenen Felde als die Grundlinie wirklich gemeßen. So laßen

sich von deren Endpuncten m und n aus mit bekannten geometrischen Instrumenten die Winkel finden welche dieselben mit den Standzeichen der benachbarten Berge und dann die Standzeichen von den Bergen aus unter sich formiren, woraus verschiedene Dreyecke gebildet, deren Fläche auf der Horizontalebene gebracht und hierauf als geradelinigte und ebene berechnet werden, als:

§. 260. mn ist die gemeßene Grundlinie, $180^\circ - m - n = B$

1) △ Bmn

Sin. B : mn = Sin. n : Bm

2) △ BmC

Sin. C : Bm = Sin. B : Cm

3) △ CmD

Sin. D : Cm = Sin. C : mD*

4) △ BEm

Sin. E : Bm { = Sin. B : Em* ; = Sin. m : BE }

5) △ ABE

Sin. A : BE = Sin. B : AE*.

§. 261. Man ziehe nun von E aus vermittelst einer Boußole Eb und Ea mit AF parallel, und eben so von m, md, ferner bA; am und dD senkrecht auf die Mittagslinie AF so entstehen 3 in b, a und d rechtwinklichte Dreyecke, in deren jeden aus den vorigen eine Seite nemlich AE; Em und mD bekannt ist: Wird nun an E der Winkel mit A und b; imgleichen mit m und a und endlich an m mit D und d beobachtet, so hat man auch den Winkel in A, m und D folglich:

in

in $\triangle$ AbE = = EA $\times$ Sin. A = bE
in $\triangle$ Ema = = Em $\times$ Sin. m = Ea
in $\triangle$ mDd = = mD $\times$ Sin. D = md

Nun ist aber bE + Ea + md = AF die gesuchte Länge der Mittagslinie in den bey der Grundlinie gebrauchten Maaße.

§. 262. Hiedurch ist freylich die Weite des Mittagbogens AF bekannt geworden, allein die Anzahl Grade, Min. rc. in selbigem oder was er für ein Theil vom Umkreise des Circuls zu welchem er gehört, sey, ist noch zu suchen; wozu astronomische Beobachtungen erfordert werden. Fände nun z. B. ein Beobachter an dem nordlichen Endpuncte dieser Mittagslinie in A mit den besten Werkzeuge einen gewißen Stern genau im Zenith, und an dem Südlichen in F oder auf deßen Parallelkreise in D oder d (weil die Sterne in gleichen Parallelkreisen gleiche Mittagshöhe haben) eben demselben um 2° 15′ 26″ Nordwärts, so wäre er versichert, daß seine gemeßene Mittagslinie AF genau eben so viel im Bogen vom Umkreise der Erde halte, (die Erde als eine vollkommene Kugel betrachtet) woraus sich wenn derselbe mit der Weite AF im Längenmaaße verglichen wird, der ganze Erdumfang ergiebt.

§. 263. Wie auf eine ähnliche Art die geometrische Meßung einzelner Grade des Mittagskreises in Frankreich, Peru, Lappland und am Vorgebürge der guten Hoffnung vorgenommen worden, stellt eine von der hiesigen Königl. Academie heraus gegebene Charte, nach einerley Maaßstabe gezeichnet vor. Es sind auch sonst noch dergleichen Meßun-

ßungen in Italien, Oesterreich, Ungarn, Nordlichen America ꝛc. angestellt. Das Resultat der vier erstern bringt die Größe eines Meridiangrades

in Peru untern Aequator	56753 franz. Klafter.
am Vorgeb. d. guten Hof. 33° Südl. vom Aequator	57037
in Frankr. 49° Nordl. von demselben —	57074
in Lappland 66° Nordl. von demselben —	57422

Woraus sich die Zunahme der Grade gegen die Pole oder die Applattung der Erde ergiebt. Das Mittel aus Maupertuis und Bouguer Berechnungen giebt für den Durchmeßer des Aequators 6562253 und für die Länge der Erdaxe 6525488 franz. Klafter. Der Unterschied beträgt 36765 Klafter oder an 10 deutsche Meilen um welche die Erdkugel gegen die Pole hin eingedrückt ist.

§. 264. Der von Maupertuis und Bouguer gefundene Mittelgrad des Erdbodens ist 57106 franz. Klafter groß, demnach der ganze Umfang oder $360 \times 57106 =$ 20558160 Klafter.

Hiernach gehen 3807 Klafter auf eine sogenannte geographische oder deutsche Meile (von 4000 geometrischen Schritten oder 23642 Rheinl. Fuß) 15 auf einen Grad des Aequators gerechnet, den $\frac{57106}{15} = 3807$ und obiger Umkreis trägt in deutsche Meilen $\frac{20558160}{3807} =$ 5400 aus.

Nun

Nun verhält sich der Umkreis eines Circuls zu seinen Durchmeßer wie 355 : 113, daher bringen die vorigen 5400 Meilen für den Durchmeßer der Erde 1719 Meilen heraus. Die Geometrie beweiset ferner, daß sich der Flächeninhalt einer Kugel aus dem Product des Durchmeßers in dem Umkreis finde, demnach wäre

$1719 \times 5400 = 9,282600$ Quadrat-Meilen. die Größe der Erdoberfläche. Endlich um den körperlichen Inhalt der Erde zu finden muß noch nach geometrischen Gründen der Flächeninhalt mit den 6sten Theil des Durchmeßers multiplicirt werden, welcher demnach

$9,282600 \times \frac{1719}{6} = 2659,464900$ Cubische oder würflichte Meilen austrägt.

Anmerk. Da allemal 15 geographische Meilen, die übrigens nirgends im Gebrauche sind, auf einen Grad des Aequators oder Meridians gerechnet werden sollen, so läßt sich schon hieraus die Größe der Erdkugel nach allen Ausdehnungen finden und nur die eigentliche Länge einer jeden dieser angenommenen Meile mußten die neuern Beobachtungen in einem bekannten Maaße bestimmen.

§. 265. Bey dieser Rechnung aber ist Kürze halber die Erde als eine vollkommene Kugel betrachtet. Um der Wahrheit näher zu kommen muß die Größe aller Grade des Meridians bekannt seyn, welche auch bereits nach verschiedenen Hypothesen aus den wirklich gemeßenen berechnet worden ist. Einige sehen den Umkreis eines jeden Meridians als eine Ellipse und daher den Erdkörper als eine Ellipsoide an, deren größte und kleinste Axe

 der

der Durchmeßer des Aequators und die Erdaxe sind. Das Verfahren nach welchen hieraus die Größe der Erde berechnet werden kann, ist außer meinem Plan, weil selbiges Kenntniße der höhern Geometrie und Analysis voraussetzt. Unter andern findet Mallet in Upsal nach dergleichen Rechnungen den Umkreis der abgeplatteten Erde in einem Meridian 5389, ihre Oberfläche etwa 8,400000 Quadrat- und ihren körperlichen Inhalt 2668,800000 geographische würflichte Meilen, vorausgesetzt, daß 10,41 Schwedische Meilen auf einen Mittelgrad des Erdbodens gehen.

Anmerk. Man rechnet auf einen Grad 17,7 gemeine deutsche Meilen von 20000 Rheinl. Fuß; 60 Englische und Italienische 20 franz. Seemeilen; 19 Holländische; 104 Rußische ꝛc.

Von der mathematischen Abtheilung der Erdoberfläche.

§. 266.

Bey dieser sich auf den Himmel und vornemlich den scheinbaren Lauf der Sonne beziehenden Abtheilung sieht man die Erde als eine vollkommen runde Kugel an, deren Durchschnitt 1720 und Umkreis 5400 geographische Meilen austrägt und gedenkt sich auf deren Oberfläche wie an der Himmelskugel die größten Kreise, Aequator, Meridiane, Horizonte und die kleinern nemlich die Wende- und Polarcircul. Der Flächen-Mittelpunct von jenen ist im Mittelpunct der Erdkugel, die Flächen der letztern aber sind als Grundflächen von Ke-

Kegel anzusehen, deren Spitze gleichfalls dahin fällt, wie sich nach Figur 61 erklären läßt.

§. 267. In dieser Figur ist sn die Erdaxe, n der Nord- und s der Südpol, ersterer ist an der Himmelskugel nach N und letzterer nach S hingerichtet, daher scheint sich der Himmel um SN in 24 Stunden zu drehen, indem sich die Erde wirklich in entgegengesetzter Richtung um sn wendet, NASE ist ein Durchschnitt der Himmelskugel in der Fläche eines Meridians und eben daher ist nase ein Meridian auf der Erdkugel. Durch A und E geht der Aequator am Himmel, und ae ist daher der Erdaequator welcher die Erde in die Nordliche und Südliche Hälfte theilt. Durch DD geht der Krebs und durch BB der Steinbockswendecircul. Zieht man Linien von D und B gegen den Mittelpunct der Erde C, so werden diese da wo sie in d und b die Oberfläche der Erde berühren die beyden Wendecircul dd und bb bezeichnen, eben so sind FG und IK die Puncte durch welchen der Nordliche und Südliche Polarcircul geht, und diese werden auf der Erde fg und ik seyn.

§. 268. Aus den obigen Beschreibungen dieser Kreise kann ihr Endzweck bekannt seyn. Die Sonne hält sich beständig zwischen B und D am Himmel auf. Steht sie im Aequator AE so geht sie den Bewohnern unter ae durchs Zenith, und eben so unter bb und dd wenn sie den Steinbocks- B und Krebswendecircul D erreicht. Der Bogen BD hält am Himmel 47° und eben so viel bd auf der Erde. Ueber die von d und b weiter gegen die Pole liegenden

den Puncte der Erdoberfläche kommt die Sonne niemals senkrecht zu stehen und auf diesen Ländern fallen daher die Sonnenstralen immer nur unter schiefen Winkeln.

Von den Zonen der Erde und Lagen der Himmelskugel in denselben.

§. 269.

Hiernach wird die Erde in gewiße Zonen oder Erdstriche abgetheilt. Der Raum zwischen beyden Wendecirculn bb und dd, welcher 47 × 15 = 705 Meilen breit ist und untern Aequator ae 5400 Meilen im Umfange hat heißt der heiße Erdgürtel, weil die Sonne über einen jeden Punct deßelben zweymal (wie wol unter bb und dd selbst nur einmal) im Jahr zu Mittage senkrecht kommt und daselbst folglich ihre Stralen am wirksamsten sind. Von den Räumen zwischen den Wende- und Polarcircul dd und fg imgleichen bb und ik, deren jeder 43° × 15 = 645 Meilen breit ist, heißt jener der Nordliche- und dieser der Südliche gemäßigte Erdgürtel Endlich die von den Polarcirculn eingeschloßenen Kugelstücken um beyde Pole fgn und iks welche 47° im Bogen haben heißen die kalten Erdgürtel.

§. 270. Man sagt, die Bewohner der heißen Zone oder genauer untern Aequator haben die Himmelskugel gerade denn in a und e kommt A und E nemlich der Aequator im Zenith und beyde Pole S

und N im Horizont, folglich steigen die Himmelskörper indem sich die Erde oder der Himmel umwendet gegen Zenith und Horizont senkrecht auf und ab. Zwischen dem Aequator und den Polen liegen alle größte und kleinere Kreise der Himmelskugel die sich auf den scheinbaren Umlauf derselben beziehen schief gegen dem Horizont, und so gehen auch selbige auf und unter. Z. B. ein Bewohner des Nordlichen gemäßigten Erdgürtels in r (wo etwa Deutschland liegt) hat Z zum Zenith und HR wird daher sein Horizont, woraus sich die schiefe Lage jener Kreise ergiebt, wenn man die Figur gehörig darnach umwendet. Endlich den Bewohnern der Pole in n und s wird N und S zum Zenith und der Aequator AE zugleich zum Horizont, woraus folgt, daß alle scheinbare tägliche Umläufe der Himmelskörper in mit den Horizont parallel liegenden Kreisen geschehen. Noch ist zu merken, daß wegen der verschiedenen Lage der Erdaxe mit dem Horizont unter der Mittellinie in 24 Stunden der ganze Himmel zu Gesicht kömmt; zwischen derselben und einen von den Polen ein immer größerer Theil um den entgegenstehenden Pol untern Horizont verborgen bleibt und um den nächsten Pol sich beständig zeigt; unter den Polen selbst aber sich allemal nur die in der nordlichen oder südlichen Halbkugel des Himmels stehenden Himmelskörper über dem Horizont zeigen, und weder auf noch untergehen.

Von

Von der Erleuchtung der Erde durch die Sonne und der ungleichen Länge der Tage und Nächte.

§. 271.

Die Erde erhält als eine dunkle Kugel ihr Licht von der Sonne, eine Kugel aber kann nur in einem sehr großen Abstande bis zur Hälfte von einem Lichte erleuchtet werden, und dies findet bey der Erde statt. Steht nun die Sonne im Aequator A so ist für einen jeden Augenblick san die erleuchtete und sen die dunkle Halbkugel der Erde, welche sn von einander scheidet. So wie sich die Erdkugel umdrehet, werden alsdann alle Theile ihrer Oberfläche in 24 Stunden nach und nach von der Sonne beschienen. Unterm Aequator läuft die Sonne durchs Zenith und untern Polen am Horizont herum. Geht aber die Sonne vom Aequator nach Norden oder Süden gegen die Wendecircul, so fängt sie an ihre Stralen so weit jenseits des Pols zu werfen gegen den sie rückt, als sie solche von dem gegen über liegenden zurückzieht. Und $23\frac{1}{2}°$ vom Aequator untern Krebswendecircul in D wird idg so wie unter den Steinbockswendecircul in B, kbf die jedesmal erleuchtete Halbkugel, woraus, wenn man sich vorstellt wie die Umdrehung der Erde geschieht, folgt, daß um diese Zeit die unter dem einen Pol vom Polarcircul eingeschloßene Länder beständig von der Sonne erleuchtet werden, wenn die um den andern Pol liegenden in der dunkeln Halbkugel bleiben.

§. 272. Hieraus läßt sich die sehr ungleiche Dauer der Tage und Nächte auf dem Erdboden nach der Figur deutlich erklären. Die Sonne beschreibt ihre Tagescircul allemal mit dem Aequator parallel. Nun theilet 1) der Horizont SN unterm Aequator alle Tagescircul, wovon beyde Wendecircul als Beyspiele dienen können, gerade in die Hälfte und die Tage müßen folglich daselbst allemal den Nächten gleich und demnach 12 Stunden lang seyn. 2) Der Horizont eines zwischen dem Aequator und den Polen liegenden Landes wie z. B. HR theilt diese Tagescircul in sehr ungleiche Theile und folglich müßen die Tage allda ungleich lang seyn endlich 3) der Horizont unter den Polen, wie AE (der Aequator) läßt nur die in der einen Halbkugel vom Aequator bis zum sichtbaren Pol sehen. Ist die Sonne selbst im Aequator, so ist auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lang, weil vom Aequator als einem größten Kreise überall die Hälfte übern Horizont steht. Steigt die Sonne vom Aequator gegen den Krebswendecircul herauf, so werden die Tage in der nordlichen Halbkugel länger, und in der südlichen kürzer als die Nächte, und wendet sie sich wieder von da zum Aequator, so wird die Dauer der Tage nach und nach den Nächten wieder gleich. Geht die Sonne vom Aequator zum Steinbockswendecircul, so werden die Tage in der südlichen Halbkugel länger und in der Nordlichen kürzer als die Tage, und kommt sie von da wieder zum Aequator herauf, so werden die Tage und Nächte nach und nach wieder von gleicher Dauer.

Dauer. Diese Zu- und Abnahme der Tage wird immer merklicher je weiter man gegen die Pole kommt, denn untern Polen selbst ist ihre Dauer von 6 Monaten, weil sich die Sonne so lange Nordwärts und Südwärts vom Aequator verweilet.

Von den Climaten ꝛc. und Jahreszeiten.

§. 273.

Schon die Alten theilten deswegen die Erdoberfläche nach Climaten ab, welches mit dem Aequator parallele Erdstriche sind, in denen der längste Tag im Jahre um eine halbe Stunde zunimmt. Es sind deren vom Aequator bis zu $66\frac{1}{2}°$ Abstand von demselben 24 welche gegen die Pole immer schmäler werden und in welchen der längste Tag von 12 bis zu 24 Stunden dauert. Unsere Gegend von Deutschland liegt diesemnach im 10ten Clima. Von $66\frac{1}{2}°$ bis zum Pol sind noch 6 Climate, in welchen aber der längste Tag auf einmal um einen ganzen Monat zunimmt.

§. 274. Die Bewohner der Erde werden auch nach dem Schatten den sie um Mittage von der scheinenden Sonne werfen, in Ansehung ihrer Wohnplätze von einander unterschieden. Untern Aequator und überhaupt in der heißen Zone werfen sie zweymal im Jahr keinen Schatten, an den Tagen nemlich, da die Sonne durch ihr Zenith geht, und werden alsdann unschattige genennt, zu allen andern Zeiten des Jahrs fällt ihr Schatten entweder gegen Norden oder Süden nachdem die Sonne Süd-

oder nordlich dem Zenith vorbeygeht, daher heißen sie auch zweyschattige. Unter einem jeden Wendecircul wird an dem Tage da die Sonne denselben berührt also einmal im Jahr kein Schatten bemerkt, sonst fällt der Schatten unterm Krebswendecircul allemal gegen Norden, und unterm Steinbockswendecircul gegen Süden. Die Bewohner der nordlichen gemäßigten Zone werfen ihren Schatten allemal gegen Norden und die in der südlichen gegen Süden, und werden daher einschattige genannt. Die Bewohner der Nord- und Südlichen Polarländer, sehen in den Monaten, da sie die Sonne beständig übern Horizont haben, ihren Schatten alle 24 Stunden einen Kreis um sich beschreiben und heißen daher umschattige.

§. 275. In einem jeden Lande der beyden gemäßigten Zonen geht der Frühling an, wenn die Sonne im Aequator steht und anfängt sich gegen den sichtbaren Pol zu erheben. Der Sommer tritt ein wenn die Sonne den Scheitelpunct in einen von den Wendekreisen am nächsten gekommen. Der Herbst wenn sie sich abermal im Aequator befindet und von demselben gegen die Seite des unsichtbaren Pols rückt. Der Winter wenn sie in einen von den Wendecirculn vom Zenith ihre größte Entfernung erreicht hat. Hieraus folgt daß alle vier Jahrszeiten zugleich auf dem Erdboden anzutreffen sind. Die Länder des heißen Erdgürtels haben mehrentheils Sommer und die in den beyden kalten liegenden mehrentheils Winter, folglich wenige Abwechselung der Jahrszeiten oder Wärme und Kälte. Die

Stärke der letztern richtet sich aber nicht allemal nach den größern oder kleinern Winkeln unter welchen die Sonnenstralen auf ein Land fallen, sondern die Erfahrung zeigt hiebey für verschiedene in einer und derselben Entfernung vom Aequator liegende Erdstrichesehr merkliche Abweichungen die natürliche Ursachen zum Grunde haben müßen. Sonst läßt sich leicht zeigen daß die augenblickliche Sonnenwärme an einem Orte sich nach den Sinußen der mittägigen Sonnenhöhe richte.

Von den Längen und Breiten der Oerter ꝛc.

§. 276.

Nach den Abtheilungen der Erdoberfläche in Zonen, Climate ꝛc läßt sich nur sehr allgemein die Lage eines Ortes auf derselben und noch dazu blos der Entfernung vom Aequator nach, gegen Norden oder Süden nicht aber gegen Westen und Osten angeben, und es mußten daher noch bestimmtere Eintheilungen gemacht werden. Man zieht demnach durch einen jeden Punct des Aequators und beyden Polen größte Kreise oder Meridiane, und die Entfernung eines Ortes von demjenigen Meridian, den man unter allen als den ersten angenommen in Graden des Aequators von Abend gegen Morgen gezählt, heißt deßen geographische Länge. Dann werden noch durch einen jeden Punct dieser Meridiane vom Aequator bis zu den Polen, Kreise, die mit dem Aequator parallel laufen gezogen, und die Entfernung auf einen derselben vom Aequator

nach

nach Norden oder Süden heißt die geographische Breite eines Ortes.

§. 277. Unter allen möglichen Meridianen der Erdoberfläche hat keiner das Vorrecht der erste zu seyn und daher ist es willkührlich bey welchen man anfängt die Grade der Länge zu zählen. Schon die Alten zogen den ersten Meridian durch die äussersten westlichen Gränzen der damals bekannten Länder. Einige Erdbeschreiber haben ihn durch die Azorische Insel Flores, andere durch die Canarische Insel Teneriffa, wo der hohe Berg Pico denselben bezeichnen sollte, gezogen. Die Astronomen setzen gemeiniglich den Ort ihrer Beobachtungen untern ersten Meridian. Diese willkührliche Veränderungen erfordern aber wenigstens allemal eine Reduction wenn man die Lage eines Orts auf hierin verschiedene geographische Charten und Erdgloben vergleichen will. Daher ziehen die Franzosen seit 1634 auf Befehl Ludewig XIII den ersten Meridian durch Ferro als die westlichste der Canarischen Inseln. Deren westliche Küste liegt einige Minuten über 20° vom Meridian der Pariser Sternwarte gegen Abend, und der erste Meridian wird daher zur Erleichterung der Rechnung genau um 20° vom Pariser gesetzt. Nun fängt man von da an die Grade des Aequators von Abend gegen Morgen um die ganze Erde herum fortzuzählen, demnach liegt Paris unterm 20° der Länge und hiernach richten sich nunmehr die neuern Geographen, bey Verfertigung der Landcharten und Globen, welches zu zeigen ist.

§. 278. Die Breite eines Ortes wird in einem jeden Meridian vom Aequator gegen Norden oder Süden, nachdem er nemlich in der nordlichen oder südlichen Halbkugel liegt, bis zu den Polen gerechnet, und kann also aufs höchste bis zu 90° gehen. Unterm Aequator ist die Breite 0 und untern Polen 90°. Diese geographische Breite ist allemal der Polhöhe eines Orts gleich, und nach Figur 61 ist für den Ort r, ar = nCR denn untern Aequator liegt der Pol n wie s im Horizont, um so viele Grade sich nun der Beobachter von a nach n begiebt um eben so viele erhebt sich der Pol n über seinen Horizont.

Anmerk. Denen Alten besonders war eine weit größere Strecke der Erde von Westen nach Osten als nach Norden und Süden bekannt, daher wurde jene mit allem Recht Länge und diese Breite genennet; auch von uns ist die Erde schon ofte der Länge nach von Osten nach Westen ganz umschifft, nach den Polen hin aber noch ziemlich unbekannt. Die Länge wird auch um die ganze Erde, die Breite aber nur bis zu den Polen oder 90° gerechnet.

§. 279. Alle Oerter unter einen und demselben Meridian haben gleiche Länge und im gleichen Augenblick Mittag, und alle die auf gleichen Parallelkreisen liegen, gleich große Breiten oder Polhöhen und gleiche Länge der Tage. Die Meridiane und ihre Grade sind überall (die Erde als eine vollkommene Kugel betrachtet) gleich groß; die Parallelkreise des Aequators aber, und folglich auch ihre Grade werden gegen die Pole immer kleiner. Ein Grad des Aequators hält 15 Meilen, des Parallelkreises untern 21° der Breite nur 14, untern

30sten

30sten 13, untern 37sten 12, untern 43sten 11, untern 48sten 10, untern 53sten 9, untern 60sten 7½, untern 66sten 6 Meilen ꝛc. welches gefunden wird, wenn man 15 Meilen mit dem Cosinus der Breite multiplicirt. Ein Ort untern 60sten Grad der Breite bewegt sich daher bey der Umdrehung der Erde nur halb so geschwinde, als einer untern Aequator.

§. 280. Diejenigen Bewohner der Erde, welche unter den uns entgegen stehenden Theil unsers Mittagskreises und zwar so weit unter einer südlichen als wir nordlichen Breite wohnen, kehren uns gerade die Füße zu und heißen daher Gegenfüßler. Bey ihnen sind unsere Tages- und Jahreszeiten entgegen gesetzt anzutreffen. Die unter unsern Meridian in einer gleichen aber entgegengesetzten Breite wohnen heißen Gegenwohner, sie haben mit uns einerley Tages aber entgegengesetzte Jahrszeiten. Endlich die mit uns unter einerley Breite oder auf einen gleichen Parallelkreis aber entgegengesetzten Meridian wohnen werden Nebenwohner genennt; und diese haben mit uns einerley Jahres- und entgegengesetzte Tageszeiten.

Von dem Unterschiede der Mittagskreise.

§. 281.

Man kann sich über einen jeden Ort der Erde und alle die von demselben gerade nach Norden und Süden liegen, einen Meridian gezogen vorstellen, unter welchen in einem und demselben Augenblick gleiche

gleiche Stunden des Tages und wenn die Sonne in deßen Fläche kommt 12 Uhr Mittags gezählt wird. Der Bogen des Aequators, welcher zwischen zween Meridianen liegt, wird in Zeit verwandelt, ihren Zeitunterschied geben oder wie viel der eine früher oder später wie der andere Mittag oder eine jede andere Tagesstunde hat, und da sich die Erde in 24 Sternstunden um ihre Axe dreht oder der Himmel mittlerweile seinen Umlauf zu vollführen scheint, so ist diese Verwandelung nach der Tafel §. 177. I Abtheil. vorzunehmen, weil sich inzwischen alle 360° des Erdaequators unter den Meridian worin die Sonne am Himmel steht, durchschieben. Meridiane die um 1 Grad ost- oder westlich von einander liegen zählen hiernach 4 Minuten mehr oder weniger und 15° geben eine Stunde Unterschied in Sternzeit gerechnet (§. 179. u. f.).

§. 282. Nemlich die Sonne scheint den Himmel von Morgen gegen Abend in einem Tage zu umlaufen, die mehr östlichen Länder müßen demnach die Sonne früher durch ihren Meridian gehen sehen als die westlichen. In einen jedem Augenblick kann nur unter denjenigen Meridian der Erde Mittag seyn, deßen Fläche mit der Fläche des Meridians worinn die Sonne an der scheinbaren Himmelskugel steht zusammenfällt, und die alsdann gegen Morgen wohnenden Völker müßen nach ihren Meridianen schon Nachmittags, die gegen Abend wohnenden erst Vormittagsstunden haben. Hieraus folgt, daß die vier Tageszeiten allemal zugleich auf den Erdboden anzutreffen sind.

§. 283.

§. 283. Ein Reisender der seinen Weg beständig nach Morgen nimmt, wird nach jedem 5° (genauer 15° 2′ 28″ §. 181.) die er im Bogen des Aequators gerechnet, zurücklegt, unter einen Meridian kommen, in welchen die Sonne eine Stunde früher als in den Meridian des Ortes seiner Abreise kömmt; er wird folglich Oerter antreffen an welchen die Sonne nach seiner mitgenommenen Uhr, um die 11te, 10te, 9te ꝛc. Stunde des Vormittags, und also immer früher den Mittag macht. Setzt er nun seine Reise um die ganze Erdkugel fort, so folgt, daß er bey seiner Rückkehr 24 Stunden oder einen ganzen Tag mehr rechnen muß. Das Gegentheil erfolgt wenn die Reise gegen Abend geschieht, weil die Sonne in den westlichen Meridianen immer später kommt Dergleichen unerwartete Erfahrungen verursachten bey den Seefahrern welche zuerst die Erdkugel umseegelten eine nicht geringe Verwunderung.

§. 284. Die Länge zweyer Oerter und der Zeitunterschied ihrer Meridiane läßt sich nicht so leicht wie ihre Breite finden, denn zu dieser letztern Absicht darf man nur unter andern ihre Polhöhe meßen, sondern hiezu werden besondere und in gleichen Augenblicken unter beyden Meridianen zugleich angestellte astronomische Beobachtungen erfordert, weil am Himmel gegen Morgen und Abend keine dergleichen Puncte wie die Pole vorkommen, welche für einen jeden Ort eine gewiße beständige Lage gegen den Horizont behalten. Himmelsbegebenheiten, die in einem gleichen Augenblick anfangen und aufhören sind besonders hiezu dienlich als z. B. die

Mondfinsterniße. Wird deren Anfang an einem gewißen Ort um 8 Uhr Abends bemerkt und ein anderer zählt alsdann erst 7 Uhr, so weiß man daß der letzte Ort von dem erstern um eine Stunde im Meridian gegen Westen liegt. Auf dem festen Lande sind astronomische Beobachtungen welche hiezu dienen noch gut anzustellen, allein auf der See macht es große Schwierigkeit und doch ist die Aufgabe der Erfindung der Länge daselbst am wichtigsten, um zu wißen, wie weit das Schiff von dem Hafen der Aussegelung oder vom ersten Meridian entfernt sey. Nachdem in der Astronomie die Himmelsbegebenheiten erklärt worden, wird sich in der Schiffahrt hiervon mit mehrern reden laßen.

Von der Lage und Bewegung der Erde im Weltraum.

§. 285.

Hiervon ist folgendes überhaupt zu merken, welches in der lehrenden Astronomie näher erklärt wird. Die Erde ist ein Planet oder eine dunkle Kugel welche von der Sonne erleuchtet wird und sich in 23 Stunden 56 Min. 4 Sec. mittlerer Sonnenzeit einmal von Abend gegen Morgen um ihre Axe wälzt, wodurch Tag und Nacht abwechseln. Sie bewegt sich überdem in Gemeinschaft der übrigen Planeten in einem Jahr oder in 365 Tagen 5 St. 49 Min. in einem nur wenig eingedrückten Kreise nach gewißen unveränderlichen Gesetzen von Morgen gegen Abend um die Sonne, und zwar geschieht

schieht dieser Umlauf zwischen der Bahn des Mars und der Venus. Ihre Axe ist beständig gegen eine gewiße Himmelsgegend gerichtet und neigt sich unter einen Winkel von 66° 32′ gegen die Fläche ihrer Bahn, welche mit der Fläche der Ecliptik übereinkommt, und aus dieser Neigung und Richtung entstehen die Jahrszeiten. Wegen der etwas länglichten oder elliptischen Laufbahn ist die Erde nicht immer gleich weit von der Sonne entfernet. Um den Anfang des Januar ist sie in einer Entfernung von 23900 ihrer Halbmeßern der Sonne am nächsten, um den Anfang des Julii aber über 800 Halbmeßer weiter davon entfernt.

§. 286. Die Erde wird auf ihrer jährlichen Reise um die Sonne vom Monde als einen Nebenplaneten begleitet, welcher in einer Entfernung von etwa 58 Erdhalbmeßer seine gegen die Fläche der Ecliptik oder Erdbahn um 5¼ Grad geneigte elliptische Bahn um ihr in 27 Tagen 7 St. 43 Min. vollendet und mit der Erde zugleich in einem Jahr um die Sonne läuft, eben so wie wir sehen, daß Jupiter und Saturn von ihren Monden begleitet werden. Der Mond ist eine etwa 50mal kleinere Kugel als sein Hauptplanet die Erde, die ihr Licht gleichfalls von der Sonne erhält und nach ihrem Stande gegen uns und der Sonne nicht allemal der Erde ihre erleuchtete Halbkugel völlig zuwenden kann. Der Mond erscheint daher im zu- und abnehmenden Lichte, welche periodische Lichtabwechselung 29 Tage 12 St. 44 Min. dauert.

Sechster Abschnitt.

Von dem Luftkreise, Erscheinungen deßelben und optischen Betrügen beym Anblick des gestirnten Himmels.

Von der Beschaffenheit des Luftkreises.

§. 287.

Alle Himmelskörper werden jenseits eines flüßigen und durchsichtigen Wesens, welches den ganzen Erdball bis auf eine gewiße Höhe umgiebt und die Atmosphäre oder der Luftkreis genennt wird, gesehen. Dem Astronomen müßen daher die Untersuchungen sehr wichtig seyn, ob auch die zwischen seinen Augen und den Gestirnen schwebende Luft ihren scheinbaren Stand an der Himmelskugel verändern könne; und dann, wie Erscheinungen in der Atmosphäre von wirklichen Begebenheiten an den Himmelskörpern zu unterscheiden sind. Von dem erstern ist bereits im vorhergehenden von §. 217 bis 225 gehandelt; demnach ist noch von den Lufterscheinungen zu reden. Diese setzen aber gleichfalls Erläuterungen über die Eigenschaften und Wirkungen des Luftkreises voraus, welche eigentlich in der Naturlehre ihren Platz fordern, und hier nur kurz angezeigt werden können.

§. 288. Die Luft ist ein sehr subtiles, flüßiges und unsichtbares, obgleich wenn wir uns darin

schnell

schnell bewegen, fühlbares Wesen, welches alle Zwischenräume der Körper erfüllt, auch den Lichtstralen freyen Durchgang verstattet, die sich in den Theilchen derselben brechen und uns alsdann vornemlich blaulichte Stralen zuwerfen, daher der von Wolken freye Himmel seine Azurblaue Farbe zeigt. Wir würden sonst überall, außer da wo die Sonne steht, am Tage die finsterste Nacht, imgleichen keine Morgen- und Abenddämmerung sehen, wenn diese Brechung und Zurückwerfung der Lichtstralen in der Luft nicht statt fände.

§. 289. Sie hat ferner eine Schwere die sich zur Schwere des Wassers wie 1 zu 800 mehr oder weniger verhält, je nachdem die eine oder andere dieser Materien reiner oder dichterer ist. Die Figur ihrer Theilchen kennen wir nicht, doch zeigen die Versuche daß sie sich durch den Druck in einem vielmal engern Raume als in ihrem natürlichen Zustande zusammenbringen laßen und wieder nach und nach ihren vorigen Raum einnehmen wenn der Druck nachläßt, das heißt, daß die Luft zugleich eine Elasticität oder Federkraft habe.

§. 290. Wärme und Kälte haben zugleich einen großen Einfluß auf die Beschaffenheit der Luft. Durch erstere wird die Luft ausgedehnt oder verdünnt und durch die letztere verdickt, auch wird durch die Wärme die Federkraft der Luft verstärkt und durch den Druck vergrößert, nemlich es wird durch die Wärme jedes Lufttheilchen elastischer und durch den Druck kommen in einem kleinen Raum eben so viele elastische Theile näher zusammen.

§. 291. Weil die Luft schwer und zugleich elastisch ist, so folgt, daß sie näher an der Erde dichter als in den höhern Gegenden seyn muß, indem die erstere das Gewicht der letztern träget und daher zusammengepreßt wird. Wir wißen nicht wie hoch sich der Luftkreis erstreckt, da deßen Dichtigkeit und Schwere aus voriger Ursache nicht gleichförmig mit der Höhe abnehmen, doch läßt sich das Gewicht der ganzen Luftsäule vermittelst des Barometers oder einer jeden mit Quecksilber angefüllten Röhre finden, und man weiß daß dieselbe mit einer ohngefehr 28 Zoll langen Quecksilbersäule im Gleichgewicht stehe, und da das Wasser 14mal leichter als Quecksilber ist, so kann eine Luftsäule von gleicher Grundfläche das Wasser in einer Röhre 32 Fuß hoch erhalten.

§. 292. Wäre die Dichtigkeit der Luft überall gleich oder nur das Gesetz völlig bekannt nach welchem diese sich in den obern Gegenden vermindert, so ließen sich aus beobachteten Barometerhöhen auf der Erdoberfläche und den höchsten Bergen über die ganze Höhe des Luftkreises einige richtige Folgerungen ziehen. Inzwischen nehmen die Astronomen bey Bestimmung der Größe der Stralenbrechung in der Luft zu gewißen Hypothesen ihre Zuflucht (§. 224.) die doch mit der Erfahrung zutreffen und daher haben einige aus der Dauer der Abend- und Morgendämmerungem, die Höhe der Luft bis dahin wo sie noch die Stralen der Sonne zurückwirft und bricht auf 10 Meilen berechnet, wie wol diese Höhe nicht an allen Orten und zu allen Zeiten gleich

gross

groß seyn kann. Mond und Sonne müßen auch die Luft theils wegen ihrer Anziehung oder Druckes und theils wegen der Erwärmung der letztern, vornemlich in den Gegenden derselben über welche beyde kommen können, wechselseitig ausdehnen, welches der vornehmste Ursprung der Winde und der größtentheils davon abhängenden veränderlichen Witterung ist.

§. 293. Der Luftkreis folgt übrigens mit allen sich darin aufhaltenden Theilen der 24 stündlichen Axendrehung der Erdkugel und ist der Erde von der Weisheit des Schöpfers zu einer nothwendigen Bekleidung gegeben, indem derselbe ihren Bewohnern den unentbehrlichsten Nutzen leistet und die Annehmlichkeiten ihres Wohnplatzes vermehret. Die Luft hauchet gleichsam allen lebendigen Organen den Odem ein und unterhält denselben. Ohne sie würde keine Pflanze wachsen, kein Feuer brennen kein Schall entstehen ꝛc.

Von den Dünsten und den daher entstehenden Veränderungen in der Luft.

§. 294.

Der Luftkreis ist der Sammelplatz aller Ausdünstungen welche sich von der Oberfläche der Erde, dem Meere, allen thierischen und vegetabilischen Körpern durch die Wärme und dem Winde losreissen und in die Luft geführt werden. Daher finden sich viele fremdartige wäßrigte und brennbare Theilchen in derselben, die durch ihre mannigfalti-

Mi-

Mischungen viele Veränderungen im Dunstkreise hervorbringen; und wenn sie durch eine starke Anhäufung aus dem Gleichgewicht mit der Luft kommen wieder in Regen, Schnee, Hagel ꝛc. herunter fallen, und dem Erdboden durch eine fruchtbare Befeuchtung dasjenige zurückliefern was anfangs von demselben aufgestiegen war.

§. 295. Der Thau welcher vornemlich im Sommer des Abends und Morgens bemerkt wird, ist nichts anders als Dünste die von den noch warmen Erdreiche und Pflanzen in die kühlere Abendluft aufsteigen und des Morgens wenn die Luft wieder erwärmt wird herunter fallen. Nebel sind dickere aus der Erde aufgestiegene wäßrigte Dünste, welche schon in sehr kleinen Tröpfchen zusammen geflossen sind und durch ihre Menge die Luft undurchsichtig machen auch wegen ihrer Schwere nahe über der Erdoberfläche hängen bleiben.

§. 296. Wolken sind nur in so weit vom Nebel unterschieden, daß die Dünste in denselben höher steigen bis sie irgendwo mit der Luft im Gleichgewicht kommen oder von der unter sie stehenden Luftsäule getragen, nach ihrer verschiedenen Schwere die von der Beschaffenheit der Luft und den mehr oder minder in ihnen angehäuften Dunsttheilchen abhängt; höher oder niedriger vom Winde fortgeführt werden. Sie übersteigen selten den Rücken mittelmäßiger Gebürge, desto weniger aber die Gipfel der höchsten Berge, denn ihre Höhe trägt oft kaum 5 bis 6000 Fuß aus, kann aber auch zuweilen bis auf eine Meile gehen. Sie sammlen

sich

sich oft in so großer Anzahl, daß sie den ganzen Gesichtskreis eines Ortes bedecken und den Astronomen nicht selten die freye Aussicht in die große Schöpfung Gottes versagen. Nachdem das Licht vornemlich nahe am Horizont bey Sonnen Auf- und Untergang, auf mannigfaltige Art in den Wolken gebrochen und zurückgeworfen wird, erscheinen dieselben mit mancherley und besonders röthlichen und gelblichen Farbenschattirungen.

§. 297. Wenn die Dünste der Wolken in Tropfen zusammenfließen, so fällt nach Beschaffenheit der Umstände ein schwächerer oder stärkerer Regen. Die heftigsten Platzregen und sogenannten Wolkenbrüche entstehen wenn der Wind mit Dünsten schwer beladene Wolken gegen einander oder gegen die Berge treibt. Reif ist nichts anders als der auf der Erde gefrorne Thau oder Nebel. Schnee wird wahrscheinlich formirt, wenn die Dünste in der Luft in dem Augenblick da sie anfangen zusammen zu fließen, frieren und in regelmäßigen Figuren anschießen, woraus nach ihrer verschiedenen Menge größere oder kleinere Flocken entstehen. Hagel besteht aus den in der Luft gefrornen Regentropfen an welchen im Fallen gewöhnlich mehrere kleinere Tropfen anfrieren, wodurch die Hagelkörner ihre eckichte Figur und oft eine ansehnliche Schwere erhalten.

§. 298. Da die von der Erde in der Atmosphäre aufgestiegenen Dünste und alle daraus folgende Witterungen die Schwere und Federkraft der Luft verändern können, so wird sich aus dem Ba-

rometer, ob es gleich eigentlich nur den jedesmaligen Zustand der Luft in Absicht dieser beyden Haupteigenschaften angeben kann, doch auch zugleich an seinem Fallen und Steigen die kommende Witterung einigermaßen folgern laßen, indem die Erfahrung lehrt, daß auf eine leichtere Luft gewöhnlich Regen, hingegen auf eine schwerer gewordene, ein heitrer Himmel zu erfolgen pflegt.

Von den Lufterscheinungen.

§. 299.

Man theilt die Lufterscheinungen ab in wäßerichte, glänzende und feurige. Zu der erstern Art gehören vornemlich die vorhin bemerkten in Nebel, Schnee, Regen :c. in der Luft verwandelten Ausdünstungen der Erd- und Meeroberfläche welche auch unter den allgemeinen Namen Niederschlag aus der Luft ofte vorkommen. Die glänzenden und feurigen Lufterscheinungen sind zuweilen so nahe mit einander verwandt, daß es schwer hält zu bestimmen zu welcher Classe diese oder jene Erscheinung im Luftkreise gehört, und deswegen will ich hier beyde zusammen nehmen.

§. 300. Unter den Lufterscheinungen ist besonders der mit den schönsten Farben geschmückte Regenbogen merkwürdig. Er erscheint gemeiniglich bald nach einem gehabten Regen, wenn die Sonne hinter den Rücken des Zuschauers in einer dazu erforderlichen Höhe über den Horizont scheint und vor ihm die noch regnenden Wolken stehen. Die Farben

ben sind vom Mittelpunct des Bogens also von unten auf gerechnet: violett, purpur, blau, grün, gelb, orange und roth. Zuweilen zeigt sich über diesen gewöhnlichen Regenbogen noch ein anderer etwas breiterer mit schwächerm Scheine und umgekehrten Farbenordnung.

§. 301. Der Regenbogen entsteht, wenn sich die Sonnenstralen in fallenden Regentropfen brechen und von denselben unter gewißen beständigen Winkeln im Auge des Zuschauers gefärbt zurückgeworfen werden. Dies macht die 62ste Figur deutlich, worin die mögliche Erscheinung der beyden Regenbogen gezeigt wird. HR ist der Horizont; in O das Auge des Zuschauers, hinter deßen Rücken nach CO hinaus die Sonne scheint und folglich der Winkel u ihre Höhe über dem Horizont angiebt. Vor dem Zuschauer nach DFBE hin sey die Luft mit dunkeln Wolken angefüllt die noch stark regnen. Aus der Sonne treffen mit OC und unter sich parallel die Stralen SSSS (denn wegen der großen Entfernung der Sonne von der Erde sind ihre Stralen als unter sich parallel gehend anzusehen) auf die fallenden Regentropfen, und werden in denselben ein- oder mehreremal gebrochen und alsdann ins Auge farbigt zurückgeworfen.

§. 302. In allen Regentropfen, aus welchen die Lichtstralen nach einer doppelten Brechung und einmaligen Zurückwerfung unter einem Winkel von 40° 17′ ins Auge fallen, sehen wir violette und wenn dieser Winkel 42° 2′ ist rothe Farben im Regenbogen, zwischen welchen sich die übrigen in der

obigen Ordnung zeigen und hieraus entsteht der innere und vornehmste Bogen. Der Sonnenstral Si wird an der Oberfläche des Tropfens in i gebrochen fällt nach k, wird dann von k nach m zurückgeworfen, hier bricht er sich abermal und kommt unter den Winkel mOC = 42° 2′ ins Auge, und ist alsdann roth gefärbt. Eben so gehts mit dem Tropfen r wobey der Stral unter den Winkel rOC = 40° 17′ ins Auge kömmt und die violette Farbe mitbringt, so daß also die Breite des gefärbten Bogens 1° 45′ ist. Hiebey werden die Regentropfen als stillstehend vorgestellt, allein ob sie gleich im Fallen beständig einen andern Ort einnehmen, so treten doch immer andere an die vorige Stelle, wo diese Winkel vorkommen.

§. 303. Noch können concentrisch um diesen innern Regenbogen Tropfen fallen, aus denen die Lichtstralen erst nach einer doppelten Brechung und Zurückwerfung und also mehr geschwächt unter Winkeln von 50° 59′ und 54° 7′ ins Auge fallen, wobey denn die Erfahrung lehrt, daß sie im ersten Fall rothe und im zweiten violette Farben bringen, woraus ein Nebenregenbogen von 3° 8′ Breite in verkehrter Ordnung der Farben entsteht. Der Stral So bricht sich in dem Tropfen in o nach d hinüber von hier wird er nach a und von a nach n zurückgeworfen, kommt nach einer abermaligen Brechung unter den Winkel nOC ins Auge, und ist violett gefärbt. Auf eben die Art bringt der Stral Sm aus einen jeden Tropfen unter den Winkel eOC die rothe Farbe zurück.

§. 304.

§. 304. Wenn man sich nun vorstellt, daß die gefärbten Stralen Or, Om, Oe, On unter einen unveränderlichen Winkel um OC als ihre Axe sich bewegen, so entstehen daraus Kegel deren Grundflächen kreisförmig sind, folglich werden sich in allen Regentropfen die in jeden Augenblick die Puncte ihres Umkreises einnehmen dieselben Farben zeigen und man muß aus O farbigte Bögen innerhalb den zwischen den bemerkten Winkeln eingeschloßenen Räumen sehen; deren Schenkel auf dem Horizont stehen; in allen übrigen Gegenden aber wo es in FDEB regnet, werden die Lichtstralen in den Tropfen unter Winkel gebrochen wobey keine Farben entstehen können.

§. 305. Es ist aus dem vorigen begreiflich daß man nach den verschiedenen Höhen der Sonne über dem Horizont aus O bald ein größer bald ein kleineres Stück vom farbigten Regenbogen sehen muß. Auf der Erdoberfläche kann nur wenn die Sonne im Horizont steht und folglich die Linie CO mit RH zusammenfällt und C der Mittelpunct vom Regenbogen im Horizont kommt, der halbe Umkreis deßelben sichtbar seyn. Je höher die Sonne über dem Horizont kommt um ein desto kleineres Stück zeigt sich vom Regenbogen weil OC alsdann immer mehr sich untern Horizont senkt. Steht die Sonne 42° 2′ hoch, so liegt Om mit dem Horizont parallel und dann hört die Möglichkeit der Entstehung des innern Regenbogens auf und ist die Sonne 54° 7′ erhaben, so kann sich auch aus ähnlichen Ursachen der äußere Bogen niemals zeigen.

§. 306. Je näher der Regen worin der Bogen formirt wird dem Zuschauer ist, um desto kleiner wird er seyn und je weiter um desto größer, weil im erstern Fall die farbigten Stralen welche den Umkreis der Grundfläche des angezeigten Kegels beschreiben kürzer, im zweiten länger sind. Der Regenbogen zeigt sich oft nur zum Theil nemlich nur da wo es wirklich innerhalb den dazu gehörigen Raum regnet, und deßen Farben erscheinen um so viel lebhafter, je dunkler die der hellscheinenden Sonne gegen überstehende Regenwolken sind, der Nebenregenbogen wird auch nicht anders als unter der letztern Bedingung gesehen. Ein jeder Zuschauer sieht übrigens seinen eigenen Regenbogen und alle Augenblick einen andern welches leicht zu zeigen ist.

§. 307. Zuweilen umgeben die Sonne, den Mond auch wol den größten Sternen ein oder mehrere glänzende Ringe, in deren Mittelpunct diese Körper stehen und die einen dunklern Raum einschließen. Sie sind entweder weiß oder zeigen auch schwache Regenbogenfarben. Der Durchmeßer dieser Ringe oder Kränze um Sonne und Mond ist sehr veränderlich, und wird zuweilen bis zu 90° groß beobachtet, um den Sternen aber trägt er nur wenige Grade aus. Sie werden in den gröbern Dünsten der untern Luft von den starken Brechungen der Lichtstralen formirt, einige leiten auch ihre Entstehung von den Stralenbrechungen in Hagelkörner her die einen dichten Schneekern und eine durchsichtige Oberfläche von Waßer oder Eis haben. Sie müßen nicht hoch in der Luft stehen weil sie

leicht

leicht vom Winde auseinander gehen, auch an einige Meilen von einander gelegenen Orten nicht zugleich gesehen werden, Ein Hoff vornemlich um den Mond ist eine Erscheinung wobey sich mehrentheils bey einer dunstigen Luft nur ein runder gewöhnlich weißlicher Schein um diesen Himmelskörper zeigt. Er entsteht aus den Dünsten der niedern Luft, die zwischen unsern Augen und dem Monde schwimmen und von deßen Schein erleuchtet sichtbar werden, dergleichen Höfe zeigen sich des Abends um einen jedem in starken Nebel gesetzten Lichte. Einige haben auch einen Regenbogen dem Monde gegen über gesehen, welche Erscheinung aber selten ist.

§. 308. Zuweilen erscheinen bey der wahren Sonne und dem wahren Mond Nebensonnen und Nebenmonde. Man sieht nemlich verschiedene Kränze oder Ringe mit schwachen Farben um diese Himmelskörper, welche von andern Bogen berührt werden, und an diesen Stellen zeigen sich gemeiniglich die Sonnen- und Mondbilder mehrentheils in unförmlicher Gestalt, schwachen Lichte, gefärbt und mit Schweifen versehen. Man hat dergleichen bis sechs auf einmal gesehen. Sie verweilen sich bey stiller Luft welche aber zugleich nicht völlig klar ist einige Stunden und rücken mit Sonne und Mond scheinbar am Himmel fort. Der Wind zerstreuet sie bald und sie werden auch in großen Entfernungen zu gleicher Zeit nicht gesehen, daher müssen sie sich in der untern Luft aufhalten. Einige Naturforscher erklären ihre Entstehung ziemlich glücklich aus den Stellungen vieler in der Luft alsdann aufrecht

schwebenden Eisnadeln, die an ihrem untern Ende einen durch schmelzen des Eises entstandenen Waßertropf haben, von welchen die Lichtstralen wie bey den cylindrischen Spiegeln zurückgeworfen werden, und wirklich sind dergleichen Eisnadeln an einigen Orten bey dieser Erscheinung aus der Luft herunter gefallen, wodurch diese Hypothese ein ziemliches Gewicht der Wahrscheinlichkeit erhält.

§. 309. Die Abend- und Morgendämmerung gehört auch zu den glänzenden Lufterscheinungen. Wenn die Sonne des Morgens und Abends weniger als 18° unter den Horizont steht, so fallen ihre Stralen auf unsern Dunstkreis unter sehr schiefen Winkeln und verursachen durch ihre Brechung und Zurückwerfung denjenigen von einen Bogen begränten Glanz in der Luft, der des Morgens in Osten vor der Sonne hergeht und ihr des Abends in Westen nachfolgt. Sie kann in die Astronomische und Bürgerliche abgetheilt werden. Jene fängt an und hört auf wenn die Sonne 18° tief untern Horizont steht, um welche Zeit bey heitrer Luft alle Sterne sichtbar sind, sie dauert in unsern Gegenden im Anfang des März und im October kaum 2 Stunden, sonsten gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ Stunden; von der Mitte des May bis gegen das Ende des Julii aber die ganze Nacht. (§. 203.) Die bürgerliche Dämmerung endigt sich, wenn die Sonne etwa $6\frac{1}{2}$° untern Horizont steht, da sich der Dämmerungskreis über den Scheitelpunct hinzieht und man in mittelmäßig freyliegenden Wohnungen Licht anzuzünden genöthigt ist. Diese dauert bey uns im Junii

1 Stun-

1 Stunde 2 Minuten und im März und October nur 42 Minuten.

§. 310. Das Zodiacal oder Thierkreislicht wird auch zuweilen mit unter die Lufterscheinungen gerechnet, obgleich deßen Particuln wahrscheinlich die mehreste Zeit weit über unserer Atmosphäre erhaben sind. Es erscheint gewöhnlich im Frühjahr des Abends am westlichen und im Herbst des Morgens am östlichen Himmel in Figur eines schräge liegenden Pyramidalförmigen der Milchstraße gleichenden Lichtschimmers, erstreckt sich oft von der untern Horizont stehenden Sonne an zu rechnen auf 100 zuweilen nur auf 45°. Im Anfang des März zeigt es sich des Abends um 7 und 8 Uhr zwischen den Fischen, Kopf des Wallfisches, Widder und reicht bis bey den Hyaden im Stier. Dieses Thierkreislicht wird sehr wahrscheinlich als noch zur Sonnenatmosphäre gehörig erklärt und alle Erscheinungen deßelben stimmen damit überein. (§. 399.) Erst seit Ao. 1683 ist es bekannt geworden, und damals von Caßini zuerst beobachtet.

§. 311. Irrlichter zeigen sich öfters des Nachts als auf der Erde hinhüpfende Flammen über sumpfichte Oerter, und entstehen wahrscheinlich aus den fetten und ölichten Ausdünstungen derselben, sie leuchten nur und brennen nicht. Sternschnuppen, Sternschuß heißt ein Licht welches sehr oft des Nachts bey heiterm Himmel in der Luft gesehen wird, eine Strecke schnell fortschießt und das Ansehen eines fallenden Sterns hat. Zuweilen erscheinen auch dergleichen Lichter als kleine Kugeln mit

einem schönen Glanze und fallen langsamer herunter bis sie verlöschen. Beyde Arten sind wol nichts anders als ein Haufen brennbarer Materien in der Luft, welche sich durch eine Gährung oder einer Electricität schnell entzünden und dann fortschießen bis sie in den feuchten Gegenden der untern Luft verlöschen. Denn diese Erscheinungen müßen über den Wolken vorgehen weil sie sich nur bey heiterer Luft zeigen.

§. 312. Fliegende Drachen, brennende Balken 2c. und dergleichen Luftbegebenheiten Meteoren wovon der gemeine Mann häufig redet, laßen sich aus ähnlichen Ursachen erklären. Feuerkugeln die zuweilen plötzlich helleuchtend und in einer ansehnlichen Größe des Nachts entstehen, schnell fortfliegen und oft mit einem starken Knall zerspringen, sind besondere Erscheinungen welche sich schwerlich durchaus von entzündeten Dünsten unserer Atmosphäre herleiten laßen, wie wol einige Arten derselben daher ihren Ursprung nehmen mögen. Einige Naturforscher setzen unter andern die Entstehung der außerordentlichsten weit außerhalb unserer Dunstkugel, und sehen sie für gewiße Theile an die von der allgemeinen Anziehungskraft irgendwo zusammengeballt worden und in deren Nachbarschaft die Erde bey ihren Lauf um die Sonne kommt.

§. 313. Noch sind die Gewitter und die Nordlichter sehr merkwürdige Lufterscheinungen. Die majestätischen obgleich in ihren Wirkungen oftmals fürchterlichen Auftritte des erstern und die prächtigen Licht- und Farbenschattirungen des letztern ver-

die-

dienen Bewunderung. Das der Blitz bey den Gewittern blos eine Wirkung der electrischen Kraft in den Gewitterwolken gegen andere nicht so stark electrisirte Wolken oder irrdische Gegenstände sey ist in den neuern Zeiten durch viele Versuche völlig ausgemacht, und alle zerstörende Eigenschaften der Blitzstralen laßen sich daraus erklären. Zugleich entsteht an dem Ort wo der Blitz oder die plötzliche Ausladung der Electricität einer Wolke vorgeht, wie bey den electrischen Versuchen, ein Knall oder der Donner deßen anhaltendes raßelndes Getöse in der Luft gröstentheils von dem Wiederhall gegen feste irrdische Körper abhängt. Der Donner wird gemeiniglich erst nach den Blitz gehört; und je später er erfolgt um desto weiter ist die blitzende Wolke von uns. Da die Versuche gezeigt haben daß der Schall in einer Secunde etwa 1038 Pariser Fuß oder in 22 Secunden eine deutsche Meile durchläuft so läßt sich aus den bemerkten Zeitunterschied zwischen Blitz und Knall, die Entfernung und zugleich die anscheinende Gefahr des Blitzes erkennen, indem der Schein deßelben in der Entfernung von einigen Meilen, in den nemlichen Augenblick da er entsteht von uns gesehen wird. Man sieht es auch vornemlich in den Sommernächten oftmals blitzen, ohne daß der Donner gehört wird, welches wol die mehreste Zeit nur der Wiederschein vom Blitze der untern Horizont stehenden oder sehr entfernten Wetterwolken seyn möchte.

§. 314. Das Nordlicht zeigt sich nur über den Horizont der nordlichen Länder besonders im Herbst

und Frühjahr und nimmt auch gewöhnlich die Nordseite des Himmels mit einiger Abweichung nach Westen ein. Die dabey vorkommenden Erscheinungen von den am mitternächtigen Himmel aufsteigenden Glanze, Erleuchtungen, Lichtausflüßen, beweglichen Säulen, Bögen, Farbenmischungen ꝛc. sind mannigfaltig, und weil sie Aufmerksamkeit erregen, vielen bekannt. Ueber die Entstehung des Nordlichtes haben die Naturforscher viele Muthmaßungen gewagt. Die wahrscheinlich richtigsten sind wol folgende: Daß die Nordscheine in den Gegenden über unserer Dunstkugel vorgehen, da einige ihre Entfernung auf 100 und mehr Meilen berechnet haben, woselbst die electrische Materie des Aethers zuweilen in eine außerordentliche Bewegung geräth und mit den ihm zunächst angränzenden feinsten Lufttheilgen dergleichen glänzende Erscheinungen verursacht. Mairan leitet den Nordschein aus Theilen des Zodiacallichtes her die alsdann in unserer Luft übergehen, wobey alle Umstände, nemlich die Lage dieser Sonnenatmosphäre, die Jahrszeit worin das Nordlicht am gewöhnlichsten erscheint und der Ort deßelben sich glücklich vereinigen laßen. Der Abbe Hell, sucht im Anhange zu seinen Ephemeriden von 1777 zu beweisen, daß blos Sonne und Mond die Nordlichter, entweder einzeln oder gemeinschaftlich, nach ihrem verschiedenen Stande unter dem Horizont, erzeugen.

Anmerk. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels habe ich von Seite 599 bis 609 von diesen und den übrigen nächtlichen Lufterscheinungen etwas mehr sagen können.

Von

Von verschiedenen optischen Betrügen beym Anblick des Himmels.

§. 315.

Es ist bey der Betrachtung des Firmaments sehr wichtig zu untersuchen, ob sich auch nicht hiebey Betrüge des Gesichts oder unrichtige Vorstellungen der menschlichen Seele mit einmischen, welche uns dergestalt täuschen, daß wir die scheinbaren Größen der Himmelskörper, ihre scheinbaren Entfernungen und gewiße Himmelsbegebenheiten anders als nach den Regeln der Sehekunst an einer oben von §. 71 bis §. 76. vorgestellten scheinbaren Halbkugel des Himmels, wahrzunehmen glauben. Daß sich dergleichen wirklich zutragen müße zeigen folgende allgemeine Erfahrungen.

Veränderlich erscheinende Größen von Sonne und Mond, eine eingedrückte Gestalt des Himmelsgewölbes rc.

§. 316.

Alle Menschen glauben die Sonne und den Mond am Horizont weit größer zu sehen als hoch am Himmel und diejenigen welche mehr als gewönlich auf die Gestirne merken, finden eben so, daß ihre Sterne niedrig am Himmel viel weiter auseinander stehen, und daß sich folglich auch die Grade der scheinbaren Himmelskugel daselbst vergrößern. Endlich scheint der Himmel bey weiten nicht die Gestalt einer Halbkugel sondern eines übern Scheitel-

punct

punct stark gesenkten Gewölbes zu haben. Die mit Schwierigkeit verbundene Erklärung dieser Erscheinungen hat schon ofte den Naturforschern viele Mühe verursacht.

§. 317. Zu glauben, daß Sonne und Mond im Horizont wirklich größer sind wäre ungereimt, da wenn wir nach Figur 56 in a diese Himmelskörper im Horizont haben, sie andern Völkern im Scheitelpunct erscheinen und von denselben eben so wie von uns für kleiner gehalten werden, folglich in gleichen Augenblicken nicht zugleich groß und klein seyn können. Sich, vorzustellen, daß beyde im Horizont uns vielleicht viel näher gekommen sind, wäre gleichfalls irrig, da die 56 Figur zeigt daß die zum aufgehenden Mond von n nach a reichende Linie größer ist als n c wenn er zu der Zeit im Scheitelpunct stünde, und daß folglich das Bild des Mondes sich im Horizont wie es auch die Astronomen durch genaue Meßungen finden um etwas kleiner im Auge abwerfen müße als im Zenith. Eben dies gilt von der Sonne, nur daß bey ihrer vielmal größern Entfernung der Unterschied unmerklich wird.

§. 318. Demnach sehen wir wirklich Sonne und Mond im Horizont und hoch am Himmel gleich groß (denn die Verkleinerung des Mondes am Horizont trägt nur einige Secunden aus, die fürs bloße Auge sich verlieren) das heißt: der Sehewinkel von beyden kann in allen Ständen als unveränderlich betrachtet werden. Desto mehr aber entsteht die Frage, warum denn der Astronom sowol als der des Himmelslaufes völlig Unkundige, Sonne

ne und Mond beym Auf- und Untergang ansehnlich größer hält.

§. 319. Hiebey ist zuerst zu merken, daß unsere Beurtheilung über die wirkliche Größe naher und entfernterer Gegenstände sich nicht blos nach den Sehewinkel von beyden richte, denn das Bild eines kleinen nahe vor mir stehenden Thieres kann dem von einem entferntern größern in meinem Auge vielmal übertreffen, und gleichwol werde ich durch eine von Jugend auf gemachte Erfahrung das letztere als größer betrachten und in dieser Schätzung auch bey einem unbekannten Thiere um so viel richtiger gehen, je genauer mir deßen Entfernung bekannt ist. Allein wenn dies letztere fehlt, oder zufällige Umstände mir eine unrichtige Vorstellung dieser Entfernung beybringen, dann gerathe ich in die Nothwendigkeit mir von der muthmaßlichen Größe des entlegenen Gegenstandes eben so unrichtige Begriffe zu machen, und ich werde solchen um so viel größer als er wirklich nach optischen Regeln erscheinen müßte, zu sehen glauben, als ich denselben weiter von mir entfernt, als er in der That ist, setze. Die scheinbare Größe hängt also nicht allein von den Sehewinkel, sondern auch von der richtigen oder unrichtigen Beurtheilung der Weite eines entfernten Gegenstandes ab.

§. 320. Da nun Sonne und Mond am Horizont stark vergrößert erscheinen, so müßen wir uns von ihrer Entfernung einen unrichtigen Begriff machen, und glauben daß sie alsdann viel weiter von der Erde weg stehen, und die Erregung die-

dieses falschen Begrifs muß sehr natürliche Ursachen haben, weil dadurch bey allen Menschen ein gleicher Irrthum erzeugt wird.

§. 321. Halten wir Sonne, Mond und Sterne am Horizont für weiter als in allen ihren Höhen über demselben, so muß die scheinbare uns jedesmal sichtbare Halbkugel des Himmels an welcher wir alle himmlische Körper hinaus setzen, als ein flaches Gewölbe oder als ein Stück einer ansehnlich größern Kugel deren Mittelpunct weit unter unsern Füßen liegt, aussehen, welches ein jeder beystimmt. Die Weite vom Beobachter zum Horizont möchten wohl die mehresten um etwa 3 mal der Weite zum Zenith übertreffend schätzen, und in eben diesem Verhältniß wird man auch die Vergrößerungen der Mond- und Sonnenbilder und die erweiterten Räume zwischen den Sternen am Horizont zu sehen glauben.

§. 322. Die 63ste Figur zeigt, wie unser Urtheil von der scheinbaren Größe der himmlischen Körper eine nothwendige Folge der Vorstellung ihrer mehrern oder geringern Entfernung wird. Es sey HPN die scheinbare Halbkugel; HZN aber das eingebildete um das Zenith Z stark gesenkte Gewölbe des Himmels, deßen letzterer Mittelpunct weit unterhalb dem Horizont oder dem Punct O als das Auge des Zuschauers liegt. Nun ist hier an der innern Seite der Figur der Mond zum Beyspiel genommen und von 15 zu 15° seiner Höhe an der scheinbaren Halbkugel des Firmaments verzeichnet, wobey die Gesichtswinkel in O in allen Ständen

des

des Mondes (bis auf wenige Secunden (§. 317.) gleich groß bleiben. Glauben wir nun, es sey durch welche Illusion es wolle, daß der Mond uns im Aufsteigen an dem gesenkten Gewölbe des Himmels näher komme, so werden wir denselben z. B. in der Höhe von 45° in a zu sehen vermeinen, wobey der Gesichtswinkel mOp mit allen übrigen gleich groß bleibt, der Mond aber uns kleiner vorkommt, weil da die Gesichtslinien näher an einander fallen, welche Abnahme des Monddurchmeßers vom Horizont bis zum Zenith die Figur deutlich vorstellt.

§. 323. Hiernach läßt sich auch erkennen, daß die niedrigern Grade des Himmels weit größer als die höhern erscheinen, und daß wir folglich die Himmelskörper wenn sie z. B. mit einem Quadranten gemeßen 45° hoch stehen um weit mehr als die Hälfte vom Horizont bis zum Zenith herauf erblicken, indem wir ihre Höhe aus dem Stück Himmel daß wir zwischen ihnen und einen dieser Puncte sehen beurtheilen; nach der Figur ist für diese Höhe in a das Stück Ha weit größer als aZ. Herr Smith merkt in seinem Lehrbegriff der Optik an, wie er aus verschiedenen Beobachtungen gefunden, daß ihm Sonne und Mond bereits in der Höhe von 23° um die Hälfte vom Horizont bis zum Zenith erhaben geschienen, woraus folgen würde, daß die horizontale Weite des Himmelsgewölbes, der Verticalen um fast 4mal überträfe. Die Sterne müßen gleichfalls deswegen am Horizont weiter aus einander stehen. Gesetzt, die beiden Fixsterne R und S sind nahe am Horizont, so werden sie uns

am

am gesenkten Himmelsgewölbe unter der Weite r s erscheinen, kommen nun beyde dem Zenith nahe, so wird ihre Entfernung daselbst nur t u seyn. Daher ließe sich auch aus zwey Paar Sternen die nahe am Horizont und Zenith gleich weit von einander zu stehen scheinen, die Größe des gesenkten Himmelsgewölbes folgern.

§. 324. Nunmehr ist noch zu untersuchen, was denn die unrichtige Vorstellung wodurch wir so sehr getäuscht werden, daß wir alle Himmelskörper am Horizont viel entfernter zu sehen glauben, zur Ursache habe, und wenn dieses dargethan worden, so wird nach dem vorigen sich die hieraus entstehende eingebildete Vergrößerung von Sonne und Mond ꝛc. von selbst ergeben. Die Meinungen der Naturforscher sind hierüber folgendermaaßen getheilt.

§. 325. Einige stellen sich vor, daß alle Menschen deswegen Sonne und Mond im Horizont für entfernter halten, weil sich in diesem Stande zwischen ihren Augen und diesen Himmelskörpern verschiedene hinter einander liegende Gegenstände auf der Erdoberfläche zeigen, deren Entfernung zum Theil bekannt ist, und daß hiedurch in der Seele eine Vorstellung von einer größern Ferne des Mondes ꝛc. entsteht, als wenn er hoch am Gewölbe des Himmels einsam erscheint wo keine irrdische Gegenstände Gelegenheit darbieten seinen Abstand nach uns einigermaaßen bekannten Weiten zu schätzen, und wo wir ihn im Verhältniß seines horizontalen Abstan-

standes für viel näher bey uns halten. Malebranche hat zuerst diese Erklärung gegeben.

§. 326. Einfacher und richtiger aber ist wol Herrn L. Eulers Meinung, daß wir Sonne und Mond 2c. deswegen am Horizont für entfernter halten, weil sich diese Himmelskörper daselbst in einem viel schwächern Lichte darstellen als wenn sie dem Zenith nahe kommen, so daß auch unsere Augen den sonst blendenden Glanz der Sonne am Horizont ruhig ertragen können, und diese Erscheinung wird von allen Menschen auf gleiche Art wahrgenommen. Da uns nun von der ersten Jugend an die Erfahrung häufig gelehrt, daß die Gegenstände auf der Erde um so viel matter und undeutlicher erscheinen je weiter sie von uns stehen, welches sich die Landschaftsmahler wol zu Nutze zu machen wißen, so wenden wir dieses auf die Himmelskörper an und glauben dieselben näher bey uns und folglich kleiner zu sehen, wenn sie an Glanz zunehmen das ist, wenn sie den Himmel heraufsteigen.

§. 327. Die Ursache des gedämpften Lichtes der Himmelskörper am Horizont ist nach der 54 Figur leicht zu erklären. Die Lichtstralen derselben schießen nemlich durch die Atmosphäre in unsere Augen. Am Horizont nun müßen dieselben theils durch eine weit größere Weite, theils durch die dichteste Luftschichte zunächst an der Erde den Dunstkreis durchfahren, wie der Stral Tr, als hoch am Himmel oder gar im Zenith woselbst der Lichtstral ar den senkrechten und kürzesten Weg ar zu machen

chen hat, und folglich am wenigsten geschwächt ins Auge fällt.

§. 328. Nicht allein auf die himmlischen Körper ist der Irrthum der menschlichen Seele eingeschränkt, daß sie solche gegen den Horizont hinaus aus eine oder die andere der angezeigten Ursachen in einer größern Weite zu sehen glaubt, sondern eben dies findet sich bey allen irrdischen Gegenständen. Ueberhaupt alles was in der Luft erhoben ist, halten wir für näher und daher für kleiner als in der nemlichen Weite vor uns auf der Erde gesehen, wie sich dieses bey Statuen auf hohen Gebäuden, Thurmknöpfen ꝛc. bemerken läßt. Daß uns eben so die Wolken allemal näher zu seyn scheinen, als sie wirklich stehen, lehrt folgende Erfahrung: Wenn die Sonne, wie man sagt, Wasser zieht, so zeigen sich ihre Stralen zwischen den Oefnungen der Wolken in den Dünsten der Luft als helle Striemen, welche aus der Sonne, die aber alsdenn für den Zuschauer hinter einer Wolke steht als einen Mittelpunct abwärts zu fahren scheinen, da doch dieselben wegen der grossen Entfernung der Sonne als unter sich parallel und auf uns zu kommend zu betrachten sind. Es sey AB die Erdfläche, in S das Bild der Sonne, in C das Bild zweyer Wolken, zwischen welchen die Sonnenstralen auf den Ort B auf angezeigte Art zu fallen scheinen. Der Zuschauer ist in A und SAB die Höhe der Sonne über seinen Horizont; so daß alle aus der Sonne kommende Stralen mit SA parallel gehen. Die auf B fallende Stralen haben also daselbst die Rich-

tung

Fig. 64

tung DB und die in C erscheinenden Wolken müssen wirklich in D und demnach weiter entfernt stehen, wo AD und BD einander durchschneiden.

§. 329. Wir sehen daher die in der Luft erhabenen Körper nicht eigentlich an ihren rechten Ort, sondern da wo wir ihr Bild an dem gesenkten Gewölbe des Himmels hinsetzen; Gesetzt RS Fig. 63 wären zwey Paar Sterne in einem Vertical, so werden wir solche nach t u r s und demnach da wo ihre Projection auf Z m hinfällt, folglich in ganz andern Lagen und Entfernungen zu sehen uns einbilden. Dinge, die aus der Luft senkrecht herunterfallen als etwa die glänzenden Materien bey den Sternschnuppen, werden gleichfalls daher von uns abwärts an dem Gewölbe des Himmels hin zu fliegen scheinen, und zwar mit einer im Fallen zunehmenden Geschwindigkeit, weil wir sie immer in den niedrigen und erweitetern Gegenden desselben hinaussetzen. Auf eben die Art sehen die kreisförmigen Höfe und Kränze um den Mond gemeiniglich oval oder länglicht aus, dergestalt, daß ihr längster Durchmesser auf dem Horizont senkrecht steht. Die Breite der farbigten Schenkel der Regenbögen und die Weite zwischen beyden scheint sich auch daher nach unten zu vergrößern.

§. 330. Noch muß ich anmerken, daß die scheinbare Gestalt des Himmels eigentlich nicht bogenförmig ist, weil die niedern Gegenden eine sich stärker krümmende Richtung annehmen und die weit um den Scheitelpunct herumliegenden um desto flächer sind. In Figur 63. kommt daher n Z m

dieser Gestalt näher als H Z N. Auch bringen die Beobachtungen bey einem mit Wolken bedeckten Himmel eine merklich andere Gestalt desselben als bey einem völlig heitern heraus. Wie sehr würde man sich also nicht in der scheinbaren Lage der Gestirne beym blossen Augenmaasse irren, wenn man auf diesen optischen Betruge nicht zugleich Rücksicht nähme, welches der Fall bey den alten Astronomen war, ehe derselbe bekannt wurde. Wiewol schon Ptolemeus erinnert, daß man beym Gebrauch der alten astronomischen Beobachtungen darauf Acht haben müße.

Von optischen Betrügen und Erscheinungen die von dem Glanze der Himmelskörper herrühren.

§. 331.

Wenn auch unser Urtheil über die Entfernung leuchtender Gegenstände noch so vollkommen ist, so werden wir hiebey doch oft getäuscht, sobald entferntere Körper dieser Art vor den nähern vorzüglich glänzend erscheinen. Die Meilen weit entfernte Flamme einer aufgehenden Feuersbrunst werden wir daher des Nachts näher zu sehen glauben als ein Licht das wir in einer viel nähern Abstand erblicken, und eine in einer gewissen Weite anfangs als ein trüber Feuerstral aufgestiegene Rakete, wird hoch in der Luft, wenn sie sich in lichthelle Kugeln ver- verwandelt uns auf einmal näher zu kommen scheinen.

§. 332. So können wir uns nicht erwehren überhaupt die größern oder hellsten Sterne für näher zu halten als die kleinern und unscheinbarern, wenn auch gleich aus andern Gründen unsere Kurzsicht genöthigt ist, sie alle an der Fläche eines Gewölbes zu setzen. Wenn z. B. Jupiter mit Mars nahe zusammen kömmt, so werden wir ersteren seines größern Glanzes wegen für näher ansehen, und eben so wird unsere Einbildungskraft bey Bedeckungen der Fixsterne vom Mond überrascht, vornemlich wenn der Mond mit seinen dunklen Rand gegen den Stern rückt, denn da hat es das eigentliche Ansehen, als wenn der Stern seiner anscheinenden größern Nähe wegen, vor den Mond vorüber gehen werde, bis er plötzlich hinter den Rand desselben tritt und aus unsern Augen verschwindet. Wenn auch der Mond sichelähnlich erleuchtet sich am Himmel zeiget, werden wir ihm für entfernter halten, als im vollen Lichte wenn es möglich wäre beyde Gestalten auf einmal mit einander zu vergleichen, zumal da bey der letztern sein Glanz auch die größern Sterne ziemlich verdunkelt.

§. 333. Ferner ist zu merken, daß wir alle glänzende Körper mit bloßen Augen wirklich unter einen größern Sehewinkel als andere gleich grosse Gegenstände erblicken, indem dabey in unsern Augen um das wahre Bild derselben ein von ihren lebhaften Glanz entstehender Zerstreuungskreis der Stralen statt findet, innerhalb welchen sich noch ein matter Schein ausbreitet, und wodurch das Bild vergrößert wird. So wäre dies ein scheinbares

 und

und unvollkommenes Sehen, welches die Fernröhre dadurch abhelfen, daß sie diese falsche Stralen absondern und uns das deutliche nach der wirklichen Größe des Sehewinkels entstehende Bild vom Gegenstande vergrößert darstellen. Die Flamme einer Kerze können wir des Nachts in einer großen Ferne sehen, und selbige erscheint mit blossen Augen sogar größer als durch Fernröhre, dahingegen sich ein dunkler Körper von nemlicher Größe bey Tage bereits in einer geringen Weite aus unsern Augen verliert.

§. 334. Die alten Astronomen, welche nur mit blossen Augen die Himmelskörper betrachteten, hielten daher die scheinbaren Durchmesser der Planeten und Fixsterne für viel größer als die Neuern durch Ferngläser finden. Wiewol die Astronomen sich gemeiniglich nach und nach eine gewisse Fertigkeit im deutlichern Sehen erwerben, nach welchen sie die Sterne mit blossen Augen nicht für so groß halten als diejenigen, welche hieran nicht gewöhnt sind, auch selten oder niemals die Himmelskörper durch Ferngläser betrachten. Letztere klagen deswegen oft, daß die Fernröhre nicht so stark wie sie erwarten, vergrößern, da sie den undeutlichen und durch seinen Glanz viel ansehnlicher in die Augen fallenden Planeten vergrößert zu sehen hoffen, statt daß die Gläser derselben nur ein von dessen eigentlichen scheinbaren Durchmesser entstandenes deutliches Bild erweitert darstellen.

§. 335. Der volle Mond erscheint daher mit blossen Augen größer als ein jeder dunkler Körper unter

unter einem gleich grossen Sehewinkel. Herr Jurin setzt diese Vergrösserung auf 4 Minuten bey den Augen, die man für gut hält (denn sonst ist hiebey noch einiger Unterschied.) Der Glanz der Mondscheibe müßte nach dieser Erklärung, daß das Licht um den wahren Mondrand noch einen Zerstreungskreis bildet, in den mittlern Theilen stärker seyn, welches sich aber nicht findet und wovon die Ursache vornemlich in den daselbst befindlichen dunklen Flecken zu suchen ist, die diesen stärkern Glanz mildern. Wenn der volle Mond in der Nachbarschaft zweyer Sterne steht, deren scheinbare Entfernung von einander bekannt ist, so wird man durch die Schätzung, wie viele Monde wol zwischen beyden Raum hätten, sich überzeugen können, daß der Mond im Durchmesser größer erscheine. Noch besser zeigt der Augenschein, daß leuchtende Körper am Himmel größer als dunkle und eben so grosse aussehen, wenn man auf den zu oder abnehmenden sichelförmig erleuchteten Mond Achtung giebt, denn da scheint die helle Sichel einer größern Scheibe als den zugleich sichtbaren dunklen Theil des Mondes zuzugehören, und eben so sieht bey Sonnen- und Mondsinsternissen der noch helle Theil größer aus als sich durch wirkliche Ausmessungen findet.

§. 336. Der scheinbare Durchmesser der Planeten wird mit blossen Augen, das heißt: beym undeutlichen Sehen in einem viel stärkern Verhältniß als der Durchmesser des Mondes vergrößert. Herr Jurin berechnet, daß wenn Jupiters scheinbarer Durchmesser vollkommen oder ohne Zer-

streuungskreis ꝛc. seiner Lichtstralen gesehen unter einen Winkel von 38 Secunden erscheint, das mattere falsche Bild desselben 4 Min. 38 Sec. also über siebenmal grösser, gesehen wird. Beym Mars findet er die Vergrösserung gar neun und dreyßigmal, da der scheinbare Durchmesser dieses Planeten beym vollkommenen Sehen 6 Sec. beym undeutlichen aber 3 Min 54 Sec. groß erscheinet. Für Venus ist dies Verhältniß wie 1 zu 12. Wegen dieses undeutlichen Sehens erscheinen auch Venus und Merkur alsdenn wenn sie sichelähnlich erleuchtet am Himmel stehen, in runder Gestalt, und eben so Mars, wenn er zuweilen uns nicht seine völlige erleuchtete Halbkugel zuwendet.

§. 337. Die Fixsterne werden auch bey den stärksten Vergrößerungen der Fernröhre um nichts größer gesehen, ja im Gegentheil erscheinen sie dadurch wegen der Absonderung der falschen Stralen kleiner. Daß aber dennoch bey ihnen die Fernröhre ihre Wirkung nicht verlieren, ergiebt sich daraus, daß ihre Zwischenräume erweitert werden, und sich eine sehr grosse Menge in Gegenden zeigen wo das blosse Auge keine sieht. Sie bleiben übrigens untheilbare Puncte und zeigen keinen merklichen Durchmesser wie die Planeten. Die Astronomen haben durch Beobachtungen der Bedeckungen von einigen Fixsternen erster Größe vom Monde gefunden, daß ihr scheinbarer Durchmesser keine Secunde austragen könne, und nun bestimmt Jurin den mit blossen Augen oder beym undeutlichen Sehen erscheinenden Durchmesser eines der hellsten Fixsterne

auf 4 Min. Demnach würden selbige mehr als 240mal vergrößert am Himmel gesehen.

§. 338. Von den unmerklichen Durchmessern und gleichwol starken Glanze der Fixsterne, entsteht vermittelst der Beschaffenheit unsers Dunstkreises das Funkeln oder Blinkern derselben. Die Lichtstralen der Sterne werden nemlich in der Luft und den in derselben aufgestiegenen Dünsten der Erde gebrochen, und leiden weil diese sich beständig zwischen unsern Augen und den Sternen bewegen, augenblicklich andere Brechungen, dergestalt, daß dadurch, weil ihr Durchmesser ungemein geringe ist, die Sterne selbst als in einer beständig zitternden Bewegung erscheinen. Dies Funkeln bemerkt man niedrig am Himmel stärker, als in ansehnlichen Höhen über dem Horizont, welches die häufigen Dünste, durch welche wir im erstern Stande die Sterne erblicken, zur Ursache hat, und überhaupt wird ihr Blinkern bey feuchter Luft merklicher befunden. Die Planeten zeigen schon ihres zu merklichen Durchmessers wegen kein so zitterndes Licht als die Fixsterne, obgleich einige sehr lebhaft glänzen. Noch weniger funkeln Sonne und Mond wegen ihrer ansehnlich scheinbaren Größe und man sieht nur zuweilen und vornemlich am Horizont ihre Ränder zittern.

§. 339. Außer den bisher vorgetragenen Irrthümern des Gesichts giebt es beym Anblick des Himmelsgebäudes noch viel allgemeinere, durch welche getäuscht die Menschen seit dem ersten Weltalter der Sonne, den Planeten und allen Gestir-

nen Bewegungen zuschrieben, Entfernungen und Größen beylegten, die gar nicht statt finden, weil sie hiebey blos aus den in die Augen fallenden Erscheinungen am Himmel, den Weltbau nach willkührlich angenommenen Hypothesen für richtig erklärt hielten. Erst seit wenigen Jahrhunderten sind durch eine mehr aufgeklärte Vernunft, abgelegte Vorurtheile, gehäuftere Erfahrungen und genauere Beobachtungen jene Irrthümer glücklich entdeckt und bey den Astronomen eine gegründetere Erklärung des Weltgebäudes allgemein eingeführt, welche die folgenden Abschnitte zum Gegenstande haben.



Siebender Abschnitt.

Von der Einrichtung des Sonnensystems, Erklärung der Erscheinungen desselben ꝛc.

Verschiedene Meinungen darüber.

§. 340.

Zu unserm Sonnensystem gehört eigentlich die Sonne mit den bis jetzt bekannten sechs Haupt- und zehn Nebenplaneten oder Monden, nebst den in unbestimmter ansehnlichern Anzahl vorhandenen Kometen.

meten. Dergestalt sind die Fixsterne davon ausge- schlossen, wiewol die Alten selbige mit dazu rechneten. Was die Sonne gegen die Erde, oder diese gegen jene und den übrigen Planeten für einen Ort ein- nimmt, wie die Bahnen der letztern unter sich ge- stellt sind, und wie sich diese Körper bewegen rc. darüber haben schon die ältesten Sternkundigen aus dem sinnlichen Anblick ihres Laufes verschiedene Muthmassungen gewagt. Wir sind aber erst in den neuern Zeiten zu einer richtigen Erklärung des Sonnensystems gelangt, indem nicht blos Mangel dienlicher Beobachtungen und genugsamer Gründe zur Unterscheidung der Scheinbewegungen von den Wahren, sondern vielmehr Vorurtheile und from- men Wahn der Entdeckung der Wahrheit bis dahin, alle Hinderniß in den Weg gelegt.

§. 341. Fürs erste ist hier nur von der allge- meinen Anordnung der Sonne und Planeten im Weltraum die Rede, worüber unter den Alten vor- nemlich Claudius Ptolemeus (§. 132) Meinung allgemein angenommen wurde, wiewol auch das System der alten Aegyptier bekannt war. Beyde sind aber als unrichtig erklärt, nachdem erst vor 230 Jahren Copernicus die wahre Verfassung des Sonnensystems vortrug und außer allen Zweifel setzte, obgleich noch nach etlichen 30 Jahren Tycho, um den Copernicus so viel als möglich, nur nicht die tägliche und jährliche Bewegung der Erdkugel einzuräumen genöthigt war, abermal ein neues System einzuführen, dessen Unrichtigkeit aber eben so leicht, wie das vom Ptolemeus zu zeigen ist.

Von

Von den alten Systemen des Ptolemeus und der Aegyptier.

§. 342.

Die alten Weltweisen machten sich von den Größen und Entfernungen der Sonne und Planeten viel zu geringe Vorstellungen, und hingen zu sehr an den Scheinbewegungen derselben, daß es kein Wunder war, wenn ihre Erklärung des wahren Weltbaues mangelhaft ausfiel. Pythagoras, Plato, Aristoteles, Archimedes, Hypparchus, Ptolemeus und andere, setzten die Erde im Mittelpunct der ganzen Schöpfung unbeweglich, um welche die Sonne, alle Planeten und das ganze zahllose Heer der übrigen Himmelskörper in 24 Stunden ihre Kreise beschreiben mußten. Ptolemeus suchte dieses System in seinem Buche, auf arabisch Almagestum genannt, zu beweisen, und es hat daher von ihm den Namen erhalten.

§. 343. Nach ihm steht, wie die 65. Figur zeigt, die Erde im Mittelpunct der Sonne und aller Planetenbahnen. Zunächst um derselben läuft der Mond und dann folgen in immer größeren Kreisen oder eigentlich an durchscheinenden kristallenen Sphären geheftet, Merkur, Venus, die Sonne, Mars, Jupiter und Saturn (wiewol einige von den vorhin genannten Weltweisen diese Ordnung etwas anders setzten.) Ueber den Saturn sind die Fixsterne am Firmament oder der achten kristallenen Himmelssphäre angeheftet. Dann kom-

kommen noch über dieser zwey benöthigte Sphären um die Bewegung der Fixsterne in der Länge rc. zu erklären und endlich die eilfte Sphäre, oder das Primum mobile welche alle übrige täglich vom Morgen gegen Abend herum treibt. Die jenseits aller Planetenbahnen befestigten Fixsterne vollenden nach diesem System ihren einmaligen oder 24stündlichen Umlauf geschwinder als der Mond, dieser uns am nächsten stehende Himmelskörper. Die Sonne macht durch ihren Kreislauf von Morgen nach Abend in 24 Stunden Tag und Nacht, und aussserdem durch eine jährliche schraubenförmige Bewegung innerhalb den Wendecirculn nach Norden und Süden die Jahrszeiten. Die Planeten haben einen ähnlichen Lauf.

§. 344. Dieser Weltbau hat nichts zum Beweise für sich als den Schein, und es braucht in unsern Zeiten wenig Gründe seine Unrichtigkeit völlig einzusehen. Wir wissen nunmehr aus den bekannten Entfernungen der himmlischen Körper, daß die Sonne allein stündlich um fünf Millionen Meilen; die weiter entlegenen Planeten und noch weit mehr die Fixsterne ungleich schneller fortrollen müßten, um ihren Lauf am Himmel in 24 Stunden zu vollenden. Der Umlauf des nächsten Planeten müßte langsamer geschehen als der entfernteren, und die Bewegung der Fixsterne wäre so eingerichtet, daß bey allen ungleichen Abständen derselben von uns, sie dennoch allesamt ihre Stellung gegen einander nicht veränderten. Welche Ungereimtheiten und Widersprüche! Dann sollte auch der Mittel-

telpunct des Kreislaufes der gewaltig grossen Sonne und der übrigen mehrentheils größern Planetenkugeln, ja der ganzen unzählbaren Menge der Fixsterne die gleichfalls Sonnen sind, die kleine Erde seyn? Wie würde hiebey die Weisheit des Schöpfers, die allemal die nächsten Mittel zur Erreichung ihres Endzweckes wählt, gerechtfertiget?

§. 345. Wie kann die Erde im Mittelpuncte der Planetenbahnen liegen, da diese Körper bald größer bald kleiner erscheinen? Sollten wir auch nicht zuweilen Venus und Merkur der Sonne gerade gegen über sehen, wenn unser Weltkörper von ihren Bahnen eingeschlossen würde? So aber entfernt sich Venus nie über 48 und Merknr über 28 Grad von der Sonne, welche Erfahrung das alte egyptische System veranlaßte, nach welchen Merkur und Venus um die Sonne laufen und derselben als Begleiter dienen, wodurch ihre beständige Nachbarschaft mit der Sonne und veränderlicher Lichtglanz sich erklären ließ. Allein, wie viel blieb man nicht auch hiebey und vornemlich in Ansehung der übrigen Planeten von der Wahrheit zurück?

§. 346. Wie läßt sich nach der Alten Meinung außer der 24 stündlichen Bewegung nach Westen der eigene Lauf der Planeten gegen Morgen begreiflich machen, ist es möglich, daß ein und derselbe Körper sich wirklich zugleich nach zweyen verschiedenen Richtungen bewegen könne? Und wodurch wird der ungleiche geschwinde Gang, auch das zuweilen vorfallende Stillstehen und Rückwärtsgehen (§. 66.) der Planeten erklärt? Wenn nicht

gar

gar in den damaligen Zeiten höhern Wesen das Geschäfte übertragen wurde, die eingebildeten kristallenen Himmelssphären nach Willkühr herumzuführen, so mußte man zu allerhand verwickelten Voraussetzungen seine Zuflucht nehmen. Den Planeten wurden eigene Bahnen beygelegt und an den Umkreise einer jeden ein kleiner Circul, welcher Epicyclus hieß, angebracht, und in diesen sollte der Planet zugleich herumlaufen, während daß er seinen Umlauf in seiner eigentlichen Bahn vollendete. Ließ sich damit noch nicht der unordentlich scheinende Lauf gänzlich berichtigen, so wurde am Umkreise dieses kleinen Circuls der Mittelpunct eines andern gesetzt u. s. w. deren näherer Gebrauch in den Schriften der alten Astronomen häufig vorkommt. Statt dergleichen willkührlichen Hypothesen hat Copernicus in den neuern Zeiten einen viel ordentlichern, einfachern, der Natur und ihren weisen Urheber anständigern Weltbau eingeführt, welcher daher zugleich der wahre seyn muß.

Vom Copernicanischen System.

§. 347.

Nicolaus Copernicus ein Domherr zu Frauenburg in Preußen wurde den 19ten Januar 1472 zu Thorn gebohren. Er machte sein System im May 1543 bekannt und starb wenige Tage hernach. Man sagt, daß dieser berühmte Mann auf seine sehr vernünftigen Gedanken durch Lesung der Schriften einiger Weltweisen aus der Pythagorischen

schen Schule gekommen sey, welche auch bereits dergleichen Meinungen geheget. Nemlich, daß statt einen unglaublichen und schnellen 24stündlichen Umschwung der Himmelskugel mit allen Weltkörpern anzunehmen, die Erde sich nur in eben der Zeit nach einer entgegengesetzten Richtung um ihre Axe drehen könne, woraus eine gleiche Erscheinung entstehen würde, und dann; daß nicht die Erde sondern die Sonne der Mittelpunct des Kreisförmigen Umlaufs aller Planeteu sey, wodurch sich alle erscheinende Bewegungen derselben am Himmel sehr ordentlich daraus, daß die Erde selbst im Sonnensystem kreisförmig mit fortrückt, erklären laßen.

§. 348. Nach diesem richtigen Copernicanischen System auf welchem sich die ganze neuere Astronomie gründet, steht wie die 66ste Figur zeigt die alles erleuchtende Sonne in der Mitte der sechs bekannten Planetenbahnen unbeweglich, außer daß sie sich um ihre Axe wälzt. Zunächst um derselben läuft Merkur, welcher am geschwindesten seinen Umlauf vollführt. Hierauf folgen: Venus, die Erde von ihren Mond als einen Trabanten begleitet, dann: Mars, Jupiter mit seinen vier und endlich Saturn von fünf Monden begleitet, in immer größern Kreisen, der Natur der Sache gemäß so wie sie immer längere Umlaufszeiten haben. Die Entfernung der sechs Planeten von der Sonne zeigen die Zahlen 4, 7, 10, 15, 52 und 95, wie wol diese Proportion in der Figur nicht hat vorgestellt werden können. Weit übern Saturn befinden sich

die

die Fixsterne. Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal von Abend gegen Morgen um ihre Axe und daraus entsteht die scheinbare tägliche Umwälzung des Himmels von Morgen gegen Abend und zugleich Tag und Nacht. Sie läuft in einem Jahr um die Sonne und ihre Axe bleibt inzwischen allemal nach einerley Himmelsgegend hingerichtet, daraus entsteht die erscheinende Bewegung der Sonne in der Ecliptik, die Abwechselung der Jahrszeiten, und größtentheils der unordentlich erscheinende Lauf der Planeten. Der Mond läuft um die Erde in 27 Tagen und mit ihr zugleich um die Sonne, eben so wie Jupiter und Saturn von ihren Monden begleitet werden ꝛc. Im folgenden wird alles dieses näher erklärt.

Vom Tychonischen System.

§. 349.

Tycho de Brahe ein dänischer Edelmann, wurde den 13 Dec. 1546 und demnach 3 Jahr nach Copernicus Tode zu Knudstorff in Schonen gebohren. Um das Jahr 1577 machte er sein neues System bekannt und starb den 24 October 1601. Er hatte hierbey zur Absicht die Wiedersprüche welche der Copernicanische Weltbau noch bey vielen, vornemlich gewißer eingewurzelter Vorurtheile und einiger Stellen der Bibel wegen, die der Sonne eine Bewegung zuschreiben, fand, gänzlich zu heben, und behielt daher die Meinung der Alten bey, daß die Erde unbeweglich im Mittelpunct der Welt stehe,

um welche die Sonne herumliefe; hingegen räumte er dem Copernicus alles übrige, und folglich weit mehr ein, daß nemlich die andern fünf Planeten sämtlich um die Sonne ihre Bahnen beschreiben. Diesemnach wäre in 67 Fig. nach der Meinung des Tycho bey ♁ die Erde im Mittelpunct des Fixsternenhimmels, um welche zunächst der Mond sich bewegt. In einer weitern Entfernung folgt die Sonne, und um diese laufen in immer größern Kreisen Merkur, Venus, Mars (deßen Bahn also beschrieben wird, daß noch ein Theil innerhalb der Sonnenbahn fällt) Jupiter und Saturn. So liefe die Sonne von ihren fünf Planeten begleitet täglich um die Erde, und diese Planeten nach ihren verschiedenen Abstande in kürzern oder längern Zeiten um die Sonne. Die Sonne beschreibt überdem jährlich nach Süden und Norden Schraubengänge deren Gränzen die Wendecircul sind, und macht dadurch die Jahreszeiten rc.

§. 350. Allein man darf diesen Tychonischen Weltbau nur einiges Nachdenken widmen um einzusehen, wie sehr verwickelt hiernach der Lauf der himmlischen Körper ausfällt, und was er für Unmöglichkeiten enthält. Täglich soll sich die große Sonne diese Urquelle des Lichts mit allen ihren Planetenkugeln vom nahen Merkur bis zum entferntesten Saturn um unsere kleine Erde mit einer unbegreiflichen Schnelligkeit schwingen, und gleichwol sollen inzwischen die Planeten von diesem heftigen Umschwunge ungestört ein jeder für sich seinen Lauf in eigenen Bahnen um die Sonne fortsetzen, wie

läßt

läßt sich das reimen. Die Planeten müßten auch alsdenn Spirallinien im Weltraum beschreiben, die das 9te und 10te Blatt der Doppelmayerschen Himmelscharten vorstellen, und würden allemal bey jedem Umlauf andere dergleichen Bahnen antreten. Die Sonne weicht niemals über die Wendecircul hinaus, was heißt sie nach Berührung dieser Kreise sich wieder zum Aequator zu wenden und ihre Schraubengänge nicht bis an die Pole fortzusetzen? und eben diese Frage entsteht beym Lauf der Planeten. Mit welchen Schwierigkeiten müßen nicht diese und andere Erscheinungen nach dem Tychonischen Weltbau zu erklären seyn, die nach dem Copernicanischen sehr leicht begreiflich werden.

Untersuchung und Beantwortung der Einwürfe gegen die Bewegung der Erde.

§. 351.

Die vollkommene Uebereinstimmung der Lehre des Copernicus vom Sonnenbau mit allen Erscheinungen deßelben, muß schon bey denen die selbige annehmen und nicht gegen die Möglichkeit und Wirklichkeit der Bewegung unserer Erdkugel worauf sich hiebey alles gründet, im voraus eingenommen sind, statt aller förmlichen Beweise ihrer Richtigkeit dienen. Unterdeßen verdienen die Einwürfe welche besonders der berühmte Tycho dagegen erregt, eine kurze Anzeige und Prüfung, um zugleich zu zeigen, daß wenn dieser sonst große Sternkundige wenigere herrschende Vorurtheile seiner Zeit gehabt

habt und von den nachher gemachten Entdeckungen unterrichtet gewesen wäre, er sich von dem Ungrund seiner Meinung, daß die Erde stille stehe, völlig überzeugt haben würde.

§. 352. Er warf unter andern die Frage auf: Warum eine Kugel von der Höhe eines Thurms herunter geworfen, genau und senkrecht am Fuß deßelben niederfalle, da doch, wenn sich die Erde um ihre Axe wendete, der Thurm inzwischen da die Kugel fiel nach Osten gerückt wäre, und dieselbe also in einiger Entfernung vom Thurm die Erde erreichen müßte. Antwort: Mechanische Grundsätze und Versuche auf segelnden Schiffen lehren, daß eine dergleichen Kugel nach zweyerley Bewegungen getrieben werde. Die eine nach welcher sie auch in der Luft und mit derselben den Umschwung der Erde folgt, und daher nach der andern zufolge ihrer eigenen Schwere allemal auf den Punct der Erdoberfläche herabfällt, über welchen sie beym Anfange ihres Falles senkrecht war. Läßt man von der Spitze eines Schiffsmastes einen Stein fallen, so gelangt derselbe aus ähnlichen Gründen zunächst am Mast auf das Verdeck, obgleich das Schiff mittlerweile im vollen Segeln ist, weil der Stein der Bewegung des Schiffs und seiner eigenen Schwere zugleich folgt, Eben dies läßt sich auf Wolken und den in der Luft fliegenden Vögeln anwenden.

§. 353. Tycho konnte ferner nicht begreifen, daß sich die Erdkugel täglich umwälzen könne und wir demnach nach 12 Stunden den Kopf zu unterst gekehrt hätten. Antwort: wir wissen aus den Erfahr-

fahrungen der Reisenden ganz zuversichtlich, daß der uns entgegenstehende Theil der Erde eben so wie der unsrige bewohnbar ist, daß es folglich Gegenfüßer gebe, und diese haben jetzt den nemlichen Stand den wir nach 12 Stunden haben, das eine ist eben so begreiflich als das andre. Alle Bewohner der Erdkugel stehen nemlich vermöge der Schwerkraft auf ihre Oberfläche senkrecht und haben den Kopf gegen den Himmel gerichtet, und so steht ein jeder aufrecht.

§. 354. Die Erde sagt Tycho, ist eine grobe, schwere und zur Bewegung sehr ungeschickte Maße, wie kann Copernicus einen Stern daraus machen, und ihn in den Lüften herumführen? Dieser Einwurf ist gleichfalls sehr ungegründet. Denn selbst nach Tychos Angaben ist die Sonne 140mal größer als die Erde, (neuere Beobachtungen bringen die Größe der Sonne noch viel ansehnlicher heraus,) sollte denn diese mehr zur Bewegung geschickt seyn, als die kleine Erde; ja sollte eben dies bey den Planeten statt finden, die aus einer ähnlichen Maße, wie die Erde, bestehen, eine runde Gestalt und eben so wie sie ihre Erleuchtung von der Sonne haben, worunter, wie Tycho selbst angiebt, Saturn 22 und Jupiter 14mal die Größe unserer Kugel übertrift?

§. 355. Tycho konnte die Möglichkeit nicht begreifen, wie sich bey einem jährlichen Umlauf der Erde um die Sonne keine, wenigstens merkliche Parallaxe oder Verrückung der scheinbaren Lage der Fixsterne gegen einander zeige, da doch die Erde

 ihren

Ort mittlerweile um eine sehr ansehnliche Weite im Weltraum verändere. Er mußte sich daher die Fixsterne in Entfernungen von der Erde und Räume zwischen ihnen und den Saturn gedenken, die zu seiner Zeit und nach seinen Voraussetzungen unerhört waren. Wir wißen aber, daß sich dergleichen ungeheure Entfernungen der Fixsterne von uns immer mehr bestätigen, und daß ihre unmerkliche Parallaxe blos dieselben zur Ursache haben, daß noch übern Saturn Planeten um die Sonne laufen, und die Kometen bis dahin sich von der Sonne entfernen können. Unterdessen schien selbst dem Copernicus aus Mangel der dazu gehörigen Kenntniße, dieser zu erwartende Einwurf der wichtigste.

§. 356. Tycho wendet gegen die beständig gleiche oder parallele Lage der Erdaxe nach einer Himmelsgegend ein, ob unsere Erdkugel auf einmal zwey verschiedene Bewegungen haben könne, die eine nach welchen ihr Mittelpunct fortgeführt, und die andere nach welchen ihre Axe beständig in einer Richtung erhalten wird, (dies kann erst im §. 367. deutlicher werden.) Hierauf ist zu erwiedern: Dieser Parallelismus der Erdaxe erfordert eigentlich keine besondere Bewegung ihrer Kugel, sondern setzt nur eine anfänglich vom Schöpfer beliebte Richtung nach einen gewissen Punct des Himmels voraus, die sich nicht verändern kann, weil dazu keine Ursache vorhanden ist, und die Umwälzung der Erde, sowol als ihre Fortrückung mit dieser Richtung in keine Verbindung steht. Eben so wie ein auf einen Tisch in Bewegung gesetzter Kreisel

sich

sich ununterbrochen um seine Spitze dreht, wenn auch der Tisch mittlerweile von der Stelle gerückt wird, und eine Magnetnadel allemal nach Norden zeigt, wenn man auch die Büchse worinn sie eingeschlossen ist, in einen Kreis herum führt.

§. 357. Tycho glaubte auch darinn einen Einwurf gegen die jährliche Bewegung der Erde zu finden, daß die Kometen in ihren scheinbaren Lauf viel unordentlicher erscheinen müßten, als er beobachtet wenn diese statt hätte. Allein Tycho hat nur wenige Kometen gesehen und machte sich von ihren wahren Lauf zu unrichtige Vorstellungen als daß dieser Einwurf gegründet seyn sollte. Zudem bewegen sich die Kometen auch oft sehr unregelmäßig am Himmel und die einfache Krümmung ihrer Bahn um die Sonne läßt sich nicht anders heraus bringen, als wenn man die Bewegung der Erde mit den scheinbaren Lauf der Kometen zusammen verbindet.

§. 358. Tycho mußte, um den Lauf der fünf Planeten um die Sonne sich vorzustellen, eine gewiße Anzieh- oder Centralkraft der Sonne annehmen, welche diese größern oder kleinern Kugeln vom Merkur bis zum entferntesten Saturn um sich in Kreisen herumtreibt. Warum sollte sich diese Anziehung der großen Sonne nicht auch auf unsere Erde erstrecken, die viel kleiner und der Sonne viel näher ist als Jupiter und Saturn. Und welche Ungereimtheit zu glauben, daß diese Gebieterinn ihres Systems mit ihrer weitläuftigen Begleitung unaufhörlich sich um die kleine Erde schwingen

 könne,

könne, ohne daß diese von dem Strom ihres mächtigen Zuges mit fortgerissen werde.

§. 359. Die mehresten wollen die Bewegung der Erdkugel deswegen nicht zugeben, weil sie davon keine Empfindung haben; hingegen alle himmlische Körper ohne Unterlaß fortrücken sehen. Gewiß wer niemals auf einem segelnden Schiffe gewesen, und nicht weiß, daß ein dergleichen Gebäude auf dem Wasser fortschwimmt, wird bey dem ersten Versuch sicherlich glauben, daß die Gegenstände am Ufer beweglich, das Schiff aber in Ruhe sey. Und auf eben die Art täuscht uns der Augenschein beym Anblick des Himmelslaufes, nur geht es mit der Umwälzung und Fortrückung der Erde durch ein vom Schöpfer derselben gegebenes vollkommenes Gleichgewicht noch viel ruhiger zu, als auf einem schwankenden Schiff.

§. 360. Als Beweise die geradehin auf eine tägliche und jährliche Bewegung der Erdkugel führen, kann man noch ansehen: Die Beobachtungen durch Fernröhre, das sich die Sonne, Jupiter, Mars, Venus gleichfalls um ihre Axen drehen. Die gefundene abgeplattete Figur der Erde und Verkürzung der Penduln gegen ihre Pole. (§. 250. 252.) Die vielfachen Erscheinungen welche auf eine allgemeine Anziehung der himmlischen Körper führen, und endlich die Abirrung des Lichtes der Fixsterne, davon in der Folge die Erklärung vorkommt.

§. 361. Bey so vielen Gründen für die Wirklichkeit der Bewegung der Erde sind noch die Aus-

sprüche

sprüche der Bibel, welche gerade das Gegentheil zu behaupten scheinen, und daher seit einigen Jahrhunderten zu vielen heftigen Streitigkeiten Anlaß gegeben, einer kurzen Prüfung sehr würdig. Die bekannteste Stelle steht im Buche Josua 10 Cap. 12 Vers. Allein, es ist, wenn man den Ausdruck des Josua ohne Vorurtheile liest, sehr begreiflich, daß solcher nicht buchstäblich zu verstehen sey, denn sonst müßte auch die Sonne damals in der Stadt Gibeon und der Mond im Thal Ajalon gestanden haben. Dieser Heerführer hatte auch wol hiebey nicht zur Absicht, seinen Soldaten und uns die Astronomie zu lehren, (wovon er selbst keine richtige Kenntnisse haben mochte,) er spricht daher in einem Tone, welcher denen die um ihn waren, nicht befremden durfte, nemlich wie man sich damals durch den Augenschein von dieser Sache zu überzeugen glaubte. Aber eben das ist noch jetzt die gewöhnliche Redensart der Copernicaner. Die Sonne geht auf und unter, bewegt sich rc. ohnerachtet sie vom Gegentheil versichert sind.

§. 362. Wir wißen überhaupt wie häufig die heiligen Schriftsteller in Dingen welche nicht die moralische Glückseligkeit der Menschen zum Gegenstande haben, sich nach den allgemeinen sinnlichen Vorstellungen derselben richten. Eben diese Erklärung ist bey ähnlichen Stellen der heiligen Schrift wo von einem Bleiben, Stehen rc. der Erde, vom Laufe der Sonne rc. geredet wird, ohne allen Wiederspruch die richtigste. Es sey auch mit aller Hochachtung gegen die Bibel gesagt, daß es allen

 Anschein

Anschein hat, als wenn jener Ausruf des Josua blos ein im kriegerischen Enthusiasmus geäußerter Wunsch zur Verlängerung dieses siegreichen Tages, oder der Anfang eines Heldengedichtes sey, über welchen in spätern Zeiten die unrichtige Auslegung des 13 und 14ten Verses gemacht worden. Demnach ist auch aus diesen biblischen Stellen kein gegründeter Einwurf gegen das Copernicanische System herzunehmen, weil sich ihre Verfasser nie auf eine Erklärung des Sonnenbaues einlassen, sondern davon nur zuweilen und nach den allgemeinen Begriffen ihrer Zeiten reden, auch nie darüber unmittelbare Offenbarungen Gottes erhalten zu haben sich rühmen. Wir hingegen sind im Stande, nach häufigern Erfahrungen und Beobachtungen, die unsere astronomische Kenntnisse ungemein erweitert haben, das Copernicanische System als das einzige richtige mit einer fast mathematischen Gewisheit, zu erkennen.

Erklärung der vornehmsten Erscheinungen am Himmel nach dem Copernicanischen System.

§. 363.

Die tägliche unbegreiflich schnelle, ja ihrer Natur nach unmögliche gemeinschaftliche Bewegung aller Himmelskörper von Osten nach Westen, (§. 61.) wird in diesem System auf eine sehr einfache Art durch eine 24stündliche Umwälzung der Erdkugel um ihre Axe von Westen nach Osten erklärt, denn indem wir uns gegen Morgen bewegen

gen, muß alles Gestirn in der entgegengesetzten Richtung zu laufen scheinen. Es sey Fig. 68. a s e die Erdkugel, p s ihre Axe in p der Nord- und in s der Südpol. Jener ist gegen den Punct P und dieser gegen den Punct S der Himmelskugel A D S E gerichtet. a o b ist ein mit dem Aequator parallel gehender Kreis auf der Erde, den der Ort a während einer Umwälzung derselben um den Pol p von Abend gegen Morgen zu beschreiben scheint. Gedenkt man sich nun eine Verticallinie C a A des Orts a die zu einen im Zenith stehenden Stern A führt, so wird diese Linie mittlerweile da der Ort a auf der Erde nach a o b fortrückt, am Himmel nach A O B kommen, und daselbst einen um den Pol P in gleichem Abstande gehenden Parallelkreis beschreiben, dessen Fläche mit a o b gleich liegt, und eigentlich die Grundfläche des Kegels A C B ist. Das Zenith des Ortes a entfernt sich demnach bey der Umwälzung der Erde auf A O B von den Stern A von Abend gegen Morgen, und so läßt es als wenn derselbe auf eben den Parallelkreise nach Abend fortrückte. Eben so geht es mit allen übrigen auf andern Parallelkreisen liegenden Sternen, und von denen, die in der erweiterten Fläche des Aequators oder des größten Kreises der sich gegen Morgen umwälzenden Erdkugel stehen, ist es noch leichter einzusehen, daß sie in dem Kreise des Aequators am Himmel nach Abend fortzulaufen scheinen müßen.

§. 364. Der jährlich erscheinende Lauf der Sonne in der Ecliptik von Abend gegen Morgen,

(§. 64.) wird mit eben der Leichtigkeit durch einen jährlichen Umlauf der Erdkugel um die Sonne in der Fläche dieses Kreises von Morgen nach Abend erklärt. Es sey nach Fig. 69. die Sonne S in dem Mittelpunct der Erdbahn oder der Ecliptik, und diese letztere in ihre 12 Zeichen abgetheilt. Die Erdkugel bewegt sich nun von a nach b c d oder von der linken gegen die rechte Hand um die Sonne und so muß uns die Sonne in der entgegengesetzten Richtung am Himmel in der Fläche eben dieses Kreises durch die hinter ihr liegenden Puncte fortzurücken scheinen. Ist die Erde in ♑, so erscheint die Sonne im ♋, kommt jene in ♒ so rückt diese in ♌ u. s. w. oder allemal 6 Zeichen = 180°. also gerade der Erde gegen über. So scheint die stillstehende Sonne von der sich bewegenden Erde aus betrachtet nach und nach durch alle Zeichen der Ecliptik hindurchzugehen.

Anmerk. Die einander gegenüberstehenden Zeichen sind:

♈ ♉ ♊ ♋ ♌ ♍
♎ ♏ ♐ ♑ ♒ ♓

und eben diese Stellung haben auch jede einzelne Grade, Min. ꝛc. derselben.

§. 365. Der Unterschied der Stern- und Sonnentage wird aus der täglichen Umwälzung der Erde um ihre Axe und Fortrückung in ihrer Bahn nach der 70 Figur sehr begreiflich (in §. 179 und Fig. 43. wurde derselbe nach dem Augenschein erklärt.) Die Erde sey heute in a und die Sonne S erscheine mit den Fixstern E zugleich im Meridian des

des Ortes n. Nach einer einmaligen Umwälzung der Erdkugel sey dieselbe bis in c fortgerückt, so ist der Punct n wieder auf der mit n E gehenden Parallellinie n e nach den nemlichen Fixstern E (seiner unermeßlichen Entfernung wegen) gerichtet, derselbe erscheint folglich abermal im Meridian und damit ist ein scheinbarer Umlauf oder der Sterntag geendiget, weil aber inzwischen die Erde von a nach c gerückt ist, so erscheint die Sonne von dem Fixstern gegen Morgen nach M und die Erdkugel muß sich noch um n o nach Morgen wälzen ehe die Sonne wieder im Meridian kommt, und folglich der wahre Sonnentag verflossen ist. Die Erde rückt täglich von a nach c um etwa 1°. fort, demnach die Sonne um eben so viel von E nach M, daher der Unterschied 4 Min. in Zeit austrägt.

§. 366. Die jährlichen Erscheinungen an den Fixsternen §. 64. sind nach der 69sten Figur leicht vorzustellen. Diejenigen Fixsterne nemlich welche von einen jedesmaligen Ort der Erde aus betrachtet hinter der Sonne sind, stehen bey Tage am Himmel und sind also nicht sichtbar; die, sich an der linken oder Morgenseite der Sonne zeigen, erscheinen des Abends am westlichen und die an der rechten oder Abendseite derselben stehen, des Morgens am östlichen Himmel; endlich die hinterhalb der Erde der Sonne gerade gegenüber anzutreffen sind, scheinen um die Mitte der Nacht in Süden und sind also die ganze Nacht sichtbar. Wiewol diejenigen Fixsterne welche so weit über die Fläche der Ecliptik (des Papiers in der Figur) und des Aequators gegen

gen die Pole liegen, daß sie des Nachts bey unserer schiefen Lage der Himmelskugel entweder beständig sichtbar oder unsichtbar sind, hievon Ausnahmen machen. Es sey z. B. nach T hinaus in einer gegen a c unermeßlichen Entfernung der Fixstern Aldebaran, oder das südliche Auge des Stiers. Ist die Erde in a, so steht die Sonne mit diesen Stern an einem Ort des Himmels, nemlich einige Grade in ♊, er ist folglich vor dem Glanz der Sonne unsichtbar, und steht des Mittags in Süden. Kommt die Erde in ♑, die Sonne in ♋, so fängt er an, sich rechter Hand bey der Sonne, demnach in der Morgendämmerung zu zeigen. Je weiter die Erde in ♒ bis ♓ fortrückt, je mehr scheint sich die Sonne vom Aldebaran nach Morgen hin zu entfernen, er geht daher des Morgens immer früher vor der Sonne auf, und erreicht früher den Meridian. In b geht die mit S T parallel laufende Linie b t nach den Aldebaran * und da der Winkel b = 90° = 6 Stunden ist, so kömmt er des Morgens um 6 Uhr im Meridian. Kommt die Erde bis in c, so steht die Sonne in ♐, dem Aldebaran gerade gegenüber und dieser Stern muß um Mitternacht im Meridian anlangen. In d ist der Winkel zwischen den Linien zum Aldebaran und zur Sonne nemlich d t und d S abermal 90°. und der Stern kommt des Abends um 6 Uhr in Süden. Läuft endlich die Erde von d bis a so scheint sich Aldebaran nach und nach der Sonne wieder zu nähern, und wird, wenn sie gegen den ♐ kömmt, und folglich die Sonne gegen ♊ erscheint hinter den Stralen der

Sonne

Sonne in der Abenddämmerung unsichtbar. Da nun die Fixsterne, (bis jährlich auf einige Secunden) ihren Ort behalten und die Erde in einem jeden Monat des Jahrs denselben Lauf hat, so folgt, daß die Zeit der Sichtbar- oder Unsichtbarkeit dieses oder jenen Fixsterns alle Jahr periodisch wiederkehrt, welches sich für den Aldebaran nach der Figur deutlich zeigen läßt.

Anmerk. Es ist hier ein vor allemal zu merken, daß alle Linien, welche aus verschiedenen Puncten der Erdbahn mit der nach einen gewissen Fixstern oder Grad des Thierkreises gehenden Linie parallel gezogen werden, der unermeßlich großen Entfernung der Fixsterne wegen, als ein und denselben treffenden Stern oder Punct anzusehen sind.

§. 367. Die der Erde zu ihrer größern Bewohnbarkeit gereichende Abwechselung der Jahreszeiten §. 271 — 272. entsteht nach der sehr einfachen und zugleich sinnreichen Erklärung des Copernicus blos daher, weil der Schöpfer ihre Axe um einen Winkel von $66\frac{1}{2}°$ (= dem Complement der Schiefe der Ecliptik) über die Fläche ihrer Laufbahn oder der Ecliptik erhoben und diese Axe in einer unveränderlichen Richtung gegen Süden und Norden gelenkt, in welcher sie sich auf ihren ganzen Umlauf um die Sonne parallel erhält. Dies macht die 71 Figur deutlich, in welcher die schräge gegen das Auge liegende und also länglicht rund erscheinende Erdbahn mit der Stellung der Erdkugel gegen die Sonne S für den Anfang der vier Jahrszeiten abgebildet wird. N s ist die um $66\frac{1}{2}°$ gegen die Fläche ihrer Bahn geneigte und in allen Stellungen sich parallel bleibende

bende Erdaxe. N der Nord- und s der Südpol a e der Aequator, n m der Krebs und o r der Steinbockswendecircul; endlich d i der Nordliche und t h der Südliche Polarcircul der Erde. Steht nun die Erde im ♋, so erscheint die Sonne im ♑ und ihre Stralen S o fallen auf den Steinbockswendecircul senkrecht, die Sonne scheint alsdenn diesen Kreis zu beschreiben, und macht also für die Nordlichen Länder den Anfang des Winters, und für die Südlichen den Sommer, in k liegt etwa Deutschland dessen Zenith nach Z geht und es ist augenscheinlich daß die Sonne uns um diese Zeit weit nach Süden hinunter erscheint. Die Länder zwischen den Nordlichen Polarcircul haben alsdenn beständig Nacht und die zwischen den Südlichen beständig Tag, weil jene in der dunkeln Hälfte der Erde und diese in der der Sonne zugewendeten oder erleuchteten bleiben. Kommt die Erde in ♎ so erscheint die Sonne im ♈, die Sonnenstralen fallen senkrecht auf dem Aequator a e. die Sonne scheint daher diesen Kreis zu beschreiben, und ist folglich vom Nord- und Südpol gleich weit entfernt. Beyde Pole werden von der Sonne erleuchtet, und indem sich die Erde einmal herumdrehet, hat sich ihre ganze Oberfläche der Sonne zugewendet, daher überall auf derselben Tag und Nacht gleich lang und in den Nordlichen Ländern der Frühling; in den Südlichen aber der Herbst angeht. Wenn die Erdkugel in ♑ anlangt, so sehen wir die Sonne im ♋ und dann ist der Norpol der Sonne zu, der Südpol aber von derselben abgewendet. Die Länder zwi-

schen

schen den Nordlichen Polarcircul haben beständig Tag, und die zwischen den Südlichen beständig Nacht. Die Sonnenstralen Sm fallen auf m als den Krebswendecircul senkrecht, die Sonne scheint diesen Kreis zu beschreiben und in den Nordlichen Ländern geht daher der Sommer; in den Südlichen aber der Winter an. Nach Z geht etwa der Scheitelpunct von dem in k liegenden Deutschlande und es ist leicht aus dem Winkel zwischen dieser Verticallinie und Sm zu beurtheilen, daß uns die Sonne alsdann hoch am Himmel stehen müße. In ♈ hat endlich die Erde die nemliche Lage wie in ♎. Die Sonne erscheint uns in ♎ und wirft die Stralen senkrecht auf den Aequator, so daß die Halbkugel der Erde bis zu beyde Pole erleuchtet wird, folglich die ganze Erde in 24 Stunden die Sonne hat. (Die Figur stellt die Erde disseits der Sonne, und demnach ihre Nachtseite vor) und Tag und Nacht auf derselben abermals gleich lang seyn müßen. In dieser Stellung geht bey uns der Herbst, in der Südlichen Halbkugel aber der Frühling an.

Anmerk. Wenn man eine kleine Erdkugel um ein in der Mitte eines Kreises in gleicher Höhe aufgesteckte Licht, herumführt, und deren Axe unter den gehörigen Winkel und in einer beständig parallelen Lage erhält, so läßt sich die Gleichheit, Ab- und Zunahme der Tage in den Nord- und Südlichen Ländern, die halbjährige Nacht unter den Polen sehr natürlich vorstellen. Es giebt auch eine gewisse Vorrichtung die Erdaxe vermittelst zweyer Rollen über welche ein Faden gezogen ist, parallel zu erhalten ꝛc.

§. 368. Die periodische Lichtabwechselung des Mondes in 29 Tagen §. 65. wird nach der 72 Figur

gur sehr begreiflich. Der Mond ist eine dunkle Kugel, die allemal nur zur Hälfte von der Sonne erleuchtet wird. Diese erleuchtete Halbkugel des Mondes aber ist nicht in allen Puncten seiner Bahn gegen uns, sondern gegen die Sonne gewendet. Es sey a b c d die Mondbahn, in deren Mittelpunct T die Erde steht, und in S die Sonne: Ist nun der Mond in a gerade zwischen Sonne und Erde, so wendet er seine dunkle Halbkugel völlig gegen uns, und dies nennen wir Neumond. Entfernt sich der Mond wieder von der Sonne gegen Morgen, so wird er des Abends nach Sonnen Untergang sichtbar und fängt an uns einen Theil seiner hellen Seite zu zeigen. Am 4ten Tage nach dem neuen Lichte ist er 45°. von der Sonne, und nimmt immer mehr an Lichte zu. Am 8ten Tage steht er in b 90°. von der Sonne, und kehrt uns genau die Hälfte seiner hellen Seite zu, erscheint daher an der rechten oder der der Sonne zugewendeten Seite, halb erleuchtet, und diese Stellung nennen wir das Erste Viertel. Nachher nimmt das Licht des Mondes noch immer mehr zu, die Figur 72 zeigt dies für 135°. Entfernung von der Sonne. Kommt endlich der Mond am 15ten Tage 180°. von der Sonne oder derselben in Ansehung der Erde gerade gegen über in C, so wendet er seine erleuchtete Halbkugel der Nachtseite der Erde völlig zu, und wir haben Voll-Mond. Von da nimmt sein Licht an der westlichen Seite wieder ab, je mehr seine Entfernung von der Sonne von Abend nach Morgen gerechnet, zunimmt. Die Figur zeigt dies deutlich

für

für 225°. Abstand. Sieben Tage nach dem Voll-Mond steht der Mond in d 270°. von der Sonne gegen Morgen, oder hat sich derselben wieder bis auf 90°. genähert, ist abermal und zwar nunmehr an der linken Seite halb erleuchtet und im Letzten Viertel. Nachher fängt er an sich des Morgens in immer mehr abnehmendem Lichte sichelähnlich zu zeigen, je mehr er sich der Sonne nähert. Für 315°. zeigt dies die Figur, bis er 29 Tage nach dem neuen Lichte abermal bey der Sonne kömmt.

Anmerk. In dieser Figur muß man sich die Weite Ts 400mal größer als T a gedenken.

§. 369. Die Dauer der Wiederkehr des Mondes zur Sonne, ist $29\frac{1}{2}$ Tage. Von einem Fixstern bis wieder zu dem nemlichen aber $27\frac{1}{3}$ Tage. Jener heißt der synodische und dieser der periodische Umlauf des Mondes. Woher dieser Unterschied komme, zeigt gleichfalls die 72ste Figur. Die Erde stehe in T, der Neumond in a so sehen wir Sonne und Mond beysammen in einem Punct des Thierkreises, dies sey der 6°. ♉. Nach $27\frac{1}{3}$ Tage hat der Mond seinen periodischen Umlauf am Himmel vollendet, und erscheinet abermal im 6°. ♉; Die Erde ist aber mittlerweile in ihrer eigenen Bahn vom Monde begleitet, bis in V gerückt. In a sehen wir den Mond im 6°. ♉ nach der mit T S parallel gezogenen Linie V a. Die Sonne erscheint aber aus V betrachtet nach h S. Der Mond muß demnach noch den Bogen a h durchlaufen, bis er wieder mit der Sonne an einem Ort des Himmels gesehen

 werden

werden kann. Dieser trägt etwa 27°. aus, welchen der Mond beyläufig in 2 Tagen zurücklegt, und damit seinen synodischen Umlauf vollendet.

Anmerk. Da also der Mond in 27 Tagen einmal um die Erde und mit der Erde zugleich um die Sonne läuft, so beschreibt er im Weltraum, wegen dieser doppelten Bewegung eine Cycloide oder Radlinie, welches leicht zu zeigen ist. S. Doppelm. Himmelscharten 12. Blatt.

§. 370. Die Erscheinungen an den Planeten §. 66. lassen sich nach dem Copernicanischen System oder der 66sten Figur sehr leicht erklären. Warum Merkur sich nie über 28 und Venus über 48°. von der Sonne entfernt, weil nemlich ihre Bahnen von der Erdbahn eingeschloßen sind. Daher auch diese der Sonne näher stehende Planeten, untere; hingegen Mars, Jupiter und Saturn obere genennt werden. Das Merkur und Venus zuweilen hinter, ein andermal vor der Sonne zu stehen kommen, und in jenem Stande ihre größte; in diesem ihre geringste Entfernung von der Erde haben, daher jene ihre obere und diese ihre untere Zusammenkunft mit der Sonne heißt, wodurch ihre zu- und abnehmende scheinbare Größe begreiflich wird. Das Mars, Jupiter und Saturn einmal bey der Sonne, ein andermal 180°. von derselben entfernt erscheinen können, und im ersten Fall ihren größten Abstand von der Erde haben, im zweyten aber derselben viel näher kommen, woraus sich auch ihre veränderliche scheinbare Größe abnehmen läßt.

Anmerk. Das Zeichen der Zusammenkunft ist ☌ des Gegenscheins oder einer Entfernung von 180°. ☍

§. 371. Die den Alten unbegreifliche Ursache von dem ungleichen Gange der Planeten daß nemlich dieselben bald geschwinder bald langsamer nach Osten vorwärts rücken, dann zuweilen stille stehen, einen größern oder kleinern Bogen rückwärts nach Westen hingehen, abermals stille stehen und dann ihren Lauf nach Osten wieder anfangen, ist nach der Erklärung des wahren Sonnensystems leicht einzusehen. Wir beobachten die Bewegungen der Planeten nicht von dem Mittelpuncte ihrer Laufbahnen, der Sonne aus, sondern von der Erde, die auch ein Planet ist, und mit den übrigen gemeinschaftlich, aber geschwinder oder langsamer, nachdem jene entweder von der Sonne entfernter oder derselben näher sind, um die Sonne läuft. Die Erde kommt in einem Jahre; Saturn in 29 Jahren und 155 Tagen; Jupiter in 11 Jahren und 313 Tagen; Mars in einem Jahr und 322 Tagen; Venus in 224 und Merkur in 88 Tagen vom Morgen gegen Abend herum, und daher können die Gesichtslinien von der Erde nach den Planeten an der scheinbaren Kugelgestalt des Himmels oder der Fixsterne hinaus nicht anders, als bald merklicher bald langsamer nach Osten, auch zuweilen nach Westen hinfallen, so wie nemlich die Erde und ein gewisser Planet entweder nach einer Gegend zugleich, oder nach der entgegengesetzten oder beyde gerade gegeneinander anrücken ꝛc.

§. 372. Dies macht die 73ste Figur für die untern Planeten deutlich. Es sey in S die Sonne. Die zunächst um derselben verzeichnete Bahn dem Merkur zugehörig, in welchen dieser Planet in 88 Tagen herumkömmt. Sie ist deswegen in 11 Theile, jeden zu 8 Tage eingetheilt. AC ist ein Bogen der Erdbahn welcher gleichfalls in 88 Tagen zurück gelegt wird, auf eben die Art abgetheilt. HL ein Bogen der scheinbaren Himmelskugel oder des Thierkreises. Steht nun die Erde in A oder o und ☿ in m oder o so ist er hinter der Sonne und in seiner obern ☌ mit derselben, auch von der Erde am weitesten entfernt. Die Erde rückt von A nach 1. 2. 3. 4. und ☿ inzwischen durch eben diese Puncte, entfernt sich immer weiter von der Sonne nach Osten, kann also des Abends in Westen sichtbar werden, und die Gesichtslinien von der Erde zum ☿ zeigen am Himmel ein schnelles Fortrücken desselben nach Osten an. In 5 wird diese Bewegung schon langsamer, da ☿ anfängt sich gerade gegen die Erde an zu bewegen. Zwischen 5 und 6 scheint er uns eine Weile stille zu stehen, indem er ohngefehr seinen größten Abstand von der Sonne für uns erreicht und gerade gegen die Erde rückt, wobey folglich die Gesichtslinie so wenig ost- als westwärts fallen kann. In 6 aber fällt sie schon rückwärts, in 7 noch mehr, so daß also ☿ indem er in den gegen die Erde liegenden Theil seiner Bahn kömmt, rückwärts nach Westen zu gehen und sich der Sonne wieder zu nähern scheint. Zwischen 7 und 8, steht, wenn die Erde in B kömmt, ☿ in n gerade zwi-

schen

schen uns und der Sonne in seiner untern ☌ und ist der Erde am nächsten. Sein Zurückgehen nach Westen wird alsdann am stärksten bemerkt. In 8 und 9 scheint sich ☿ noch weiter gegen Westen zu bewegen und sich von der Sonne zu entfernen, wobey er des Morgens sichtbar werdenkann. Etwas über 9 hat er seinen größten westlichen Abstand von der Sonne für uns erreicht, und hört auf zurück zu gehen, indem er sich wieder in gerader Richtung von der Erde entfernt. In 10 und 11 erscheint der Lauf des ☿ wieder vorwärts nach Osten zu gehen.

§. 373. Für die obern Planeten zeigt eben dies die 74ste Figur, in welcher der zunächst um die Sonne beschriebene Kreis die Erdbahn ist. ab sey ein Theil der Jupitersbahn und nm des Fixsternenhimmels oder Thierkreises. Die Erdbahn ist in 12 Theile eingetheilt, deren jedes die Erde in einem Monat durchläuft. Inzwischen nun, da die Erde ihren ganzen Umlauf vollendet, rückt Jupiter etwa von 0 bis 12 in seiner Bahn fort. Steht nun die Erde in 0 und ♃ gleichfalls in 0 so sehen wir diesen Planeten in ☌ mit der Sonne, und er ist hinterhalb derselben am weitesten von uns entfernt. Rückt die Erde von 0 nach 1. 2. 3. und ♃ durch eben die Puncte in seiner Bahn, so fallen die Gesichts-Linien am Firmament hinaus nach Osten, und ♃ erscheint, (wie er wirklich läuft, nur geschwinder) dahin und also vorwärts zu gehen. Kommt die Erde gegen 5 so wird die Bewegung des ♃ nach Osten langsamer, und er hört auf sich dahin zu be-

wegen, weil die Erde alsdann in gerader Richtung gegen die Jupitersbahn anrückt. In 6 fällt schon die Gesichtslinie gegen Abend, und ♃ erscheint dahin und also rückwärts zu gehen. Zwischen 6 und 7 kommt die Erde in d gerade zwischen ♃ und der Sonne zu stehen, wo ersterer folglich in ☍ oder 180°. von der Sonne entfernt ist, und hier ist die Erde dem ♃ am nächsten gekommen, die Gesichtslinien nach ihm hinaus fallen am stärksten westwärts. In 8 geht ♃ noch rückwärts, allein zwischen 8 und 9 hört diese Bewegung auf, da die Erde sich wieder gerade vom ♃ ab in ihrer Bahn bewegt. In 9 fällt die Gesichtslinie wieder vorwärts nach Osten, und die Fortrückung des ♃ dahin wird in 10. 11. und 12. immer merklicher. Steht die Erde in o disseits und ♃ jenseits der Sonne, so kann dieser Planet von uns nicht gesehen werden. Kommt die Erde in 1. 2. so wird ♃ des Morgens in Osten sichtbar. In 3, so steht er des Morgens um 6 Uhr im Mittage. Zwischen 6. und 7. zeigt er sich die ganze Nacht, und kömmt um Mitternacht in Süden. Zwischen 9 und 10, so erreicht ♃ bereits des Abends um 6 Uhr den Meridian. In 11. und 12. so zeigt er sich des Abends am westlichen Himmel, und kommt die Erde etwa bis 1. so ist er abermal hinter der Sonne.

Anmerk. Beyläufig gerechnet, pflegt ☿ 9 bis 16°., ♀ 16°. ♂ 10 bis 19°., ♃ 10°. und ♄ 6 oder 7°. zurück zu gehen.

§. 374.

§. 374. Die abwechselnde Lichtgestalten welche die Planeten durch Fernröhre betrachtet zeigen, sind endlich nach der 73 und 74sten Figur leicht zu begreifen. Wenn die Erde in A und ☿ in m in der obern ☌ mit der Sonne ist, so wendet er seine ganze erleuchtete Seite gegen uns. Rückt er hinter der Sonne nach Morgen herum so kommt an der Ostseite ein Theil seiner dunkeln Halbkugel zum Vorschein. In 3 ist dieses schon merklich. In der Gegend um 5 wo ☿ seinen größten Abstand von der Sonne nach Osten erreicht, erscheint er auf der Erde nur halb erleuchtet. In 6 ist seine Lichtfigur sichelförmig und in n kehrt er zur Zeit seiner untern ☌ mit der Sonne seine dunkle Halbkugel völlig gegen uns. Nachher erhält er für uns wieder Licht. Gegen 9 ist er des Morgens noch sichelähnlich und weiter hin da wo er seinen größten westlichen Abstand von der Sonne erhält abermal halb erleuchtet. In 11 nimmt sein Licht noch mehr zu bis er wieder in ☌ hinter der Sonne uns seine helle Seite völlig zeigt. Eben dies gilt vornemlich bey der Venus deren Lichtabwechselungen sich schon durch mittelmäßige Fernröhre zeigen. Die obern Planeten zeigen uns in ☌ und ☍ mit der Sonne ihre erleuchtete Halbkugeln völlig, aber nicht wenn sie uns 90° von derselben zu stehen scheinen. Beym Jupiter und Saturn ist dieses freylich ihres großen Abstandes von uns wegen unmerklich; allein beym Mars sehen wir in diesen Stellungen seine Scheibe nicht völlig rund. Nach Fig. 74 sey die Erde in 2 so zeigt sich ♂ in N in ☌ und in O in ☍ im vollen

len Lichte. In A aber wenn er des Abends um 6 Uhr culminirt kommt an der Ost- und in M wenn eben dies des Morgens um 6 Uhr geschieht, an der Westseite ein Theil seiner dunkeln Halbkugel bey uns zu Gesicht. Diese Erscheinungen beweisen unwiedersprechlich, daß die Planeten dunkle Kugeln sind, die ihr Licht eben so wie die Erde von der Sonne erhalten.

§. 375. Man hat Modelle vom Copernicanischen System, worin kleine die Planeten vorstellende Kugeln auf Stifte gesteckt, in gehörigen Entfernungen um die in der Mitte stehende Sonne, entweder mit der Hand herumgeschoben, oder vermittelst eines Räderwerks, das durch eine Kurbel oder Feder in Bewegung gesetzt werden kann, getrieben werden, wodurch alle Erscheinungen derselben und wenn man für eine gewiße Zeit einen jeden in seinen gehörigen bekannten Ort stellt, ihre Stellungen und Bewegungen am Himmel, sehr sinnlich gemacht werden können, zumal wenn noch statt der die Sonne vorstellenden Kugel ein gleich hoch stehendes Licht angebracht wird.

Allgemeine Vorstellung der Umlaufszeiten der Planeten, Gestalt, verhältnißmäßigen Größe und Lage ihrer Bahnen im Sonnensystem.

§. 376.

Die genaue Dauer der Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne zeigt folgende Tafel, das Jahr zu 365 Tage 6 St. gerechnet.

In

	In Ansehung der Aequinoctialpuncte, Tropischer Umlauf.					In Ansehung der Fixsterne Syderal-Umlauf.					mittlere tägliche Bewegung.		
♄	29 J.	157 T.	1 St.	21'	50''	29 J.	169 T.	8 St.	36'	42''	0°	2'	1''
♃	11	312	14	58	27	11	314	14	51	26	0	4	59
♂	1	321	16	18	27	1	321	17	30	43	0	31	27
♁		365	5	48	45		365	6	9	11	0	59	8
♀		224	16	41	32		224	16	49	13	1	36	8
☿		87	23	14	26		87	23	15	37	4	5	33

Nemlich aus der Sonne gesehen erscheinen die Planeten nach Verfließung dieser Zeiten wieder an demselben Orte des Thierkreises; allein da wir ihren Lauf von der Erde aus betrachten die mit ihnen geschwinder oder langsamer gemeinschaftlich um die Sonne fortrückt, so erscheinen sie uns mit der Sonne nach ganz andern Zeiten wieder zusammen zu kommen, dies heißt ihr Synodischer Umlauf. Merkur kommt nach 116 und Venus nach 584 Tagen wieder in der obern oder untern Zusammenkunft mit der Sonne. Mars steht allemal nach 687 so wie Jupiter nach 399 und Saturn nach 378 Tagen entweder bey der Sonne oder derselben gerade gegen über.

Anmerk. Der Unterschied des Tropischen und Syderal-Umlaufs der Planeten ist die Größe, um welche die Fixsterne sich inzwischen von den Aequinoctialpuncten nach Morgen entfernt haben oder die Vorrückung der Nachtgleichen, daher der erstere Umlauf von kürzerer Dauer ist als der letztere.

§. 377. Bisher ist die Sonne als genau im Mittelpunct aller Planetenbahnen liegend, und folglich diese als Circulskreise vorgestellt, auch dann angenommen, als wenn alle Planeten in einer und der-

derselben Fläche mit gleicher Geschwindigkeit um die Sonne laufen. Dieses findet aber nicht statt, und es ist nothwendig sich dieses näher bekannt zu machen, weil davon viele Erscheinungen beym Lauf der Planeten abhängen.

§. 378. Zuerst ist demnach zu merken, daß die sechs Planeten nicht kreisförmige wie Figur 75 PaAb sondern etwas länglichte oder ellipsenähnliche Bahnen wie PdAe* um die Sonne beschreiben, in deren einen Brennpunct n die Sonne liegt. Die Planeten sind daher in dem einen Theil ihrer Bahn der Sonne näher als in dem andern. Der Punct P wo sie der Sonne am nächsten stehen heißt Perihelium, Sonnennähe; und der diesem entgegengesetzte Punct A, wo sie ihren größten Abstand von der Sonne erreichen Aphelium, Sonnenferne. Um d und b werden sie hiernach ihre mittlere Entfernung von der Sonne = $\frac{1}{2}$PA haben. Die Ausweichung der Sonne vom Mittelpunct c nemlich cn = cm heißt Eccentricität. Je größer diese ist um desto länglichter fällt die Bahn eines Planeten aus, wie wol sie bey allen sechs Planeten nur geringe ist, welches unten zu ersehen. Die Eccentricität ist demnach die Hälfte vom Abstande der beyden Brennpuncte der elliptischen Bahn eines Planeten. Die Linie vom Aphelio zum Perihelio heißt die Apsidenlinie. Eine Linie wie nP, nd, nA, ne welche aus der Sonne in den Planeten gezogen wird oder deßen jedesmalige Weite von der Sonne, heißt der *Radius vector*. Die Entfernung eines Planeten

vom

vom Aphelio, von Abend gegen Morgen, also in der 75 Figur von A nach e P d herum im Bogen wird die Anomalie genennt, wornach sich der eigene ungleiche Gang deßelben richtet, welcher in der Sonnenferne A am langsamsten, in der Sonnennähe S aber am geschwindesten vor sich geht.

Anmerk. Eine Ellipse wie P d A e Fig. 75. läßt sich auf verschiedene Art beschreiben. Schlägt man unter andern in n und m als den beyden Brennpuncten derselben Nadeln ein, spannt hierauf einen Faden über n und bindet beyde Enden in A zusammen, fährt hernach mit einem Bleystift innerhalb den über beyde Nadeln gezogenen Faden herum, so entsteht die Ellipse, welche um desto schmäler wird je weiter n und m von einander stehen. PA heißt die große und dce senkrecht auf die vorige die kleinere Axe der Ellipse. Linien von beyden Brennpuncten nach einen Punct des Umkreises gezogen, sind allemal zusammen genommen der großen Axe gleich, und die halbe große Axe ist das Maaß des Abstandes einer der Brennpuncte von den Endpuncten der kleinen Axe oder cP ist = nd und $dc^2 = dn^2 - nc^2$ ꝛc. Die Ellipse ist übrigens eine von den Kegelschnitten welcher entsteht, wenn ein Kegel dergestalt schief durchschnitten wird, daß der Schnitt an beyden Seiten durchgeht. Ein jeder Circul stellt sich, schräge gegen das Auge gehalten oder bey einer schiefen Erhöhung des Auges über deßen Fläche-Mittelpunct als eine mehr oder minder offene Ellipse dar. Da nun dies in der Astronomie häufig der Fall ist, so verdient die Eigenschaft und Entstehung dieser ovalen Linie einige Erklärung.

§. 379. Von der täglichen wahren Bewegung der Planeten im Bogen ihrer Bahn ist zu merken, daß dieselbe austrägt:

Beym

	in der Sonnenferne.	in der Sonnennähe.
Beym ♄	1 Min. 48 S.	2 Min. 15 S.
— ♃	4 = 32 =	5 = 30 =
— ♂	26 = 13 =	38 = 4 =
— ♁	57 = 11 =	1 Gr. 1 = 10 =
— ♀	1 Gr. 34 = 48 =	1 = 37 = 29 =
— ☿	2 = 45 = 15 =	6 = 21 = 0 =

In den astronomischen Tafeln wird angenommen, der Planet liefe von A aus in einem mit der halben großen Axe seiner Ellipse beschriebenen Circul AbPa gleichförmig fort, welches seine mittlere Bewegung; dahingegen seine ungleiche Bewegung in der Ellipse AePd die wahre heißt. Der Winkel unter welchen er für eine gewiße Zeit aus der Sonne gesehen, auf jenen eingebildeten Circul vom Aphelio entfernt erscheinen würde, wird die mittlere; und derjenige zwischen Linien nach dem Aphelio und dem Ort wo er in seiner Bahn wirklich steht, die wahre Anomalie genennt. Der Unterschied zwischen beyden heißt die Gleichung der Bahn, und bestimmt, wie viel zum mittlern Ort hinzugefügt oder davon genommen werden muß um den wahren zu erhalten.

§. 380. Aus der Sonne betrachtet ist für das Jahr 1780 die Sonnenferne * des ♄ 0° 20′ ♑; des ♃ 11° 10′ ♎; des ♂ 2° 7′ ♍; der Erde (♁) 9° 11′ ♑; der ♀ 7° 47′ ♒; des ☿ 13° 53′ ♐; welcher in den gerade gegen über stehenden Grad der Ecliptik die Sonnennähe fällt. Setzt man die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne

ne = 1000 Theile eines gewißen Maaßstabes, so ist die Eccentricität der Bahn des ♄ 544; des ♃ 251; des ♂ 142; der ♁ 17; der ♀ 5; des ☿ 80 in eben solchen Theilen.

Anmerk.* Der Punct der Sonnenferne oder Sonnennähe rückt in 10 Jahren fort, beym ♄ 13′ 20″; beym ♃ 12′ 0″; beym ♂ 11′ 40″; bey der ♁ 11′ 0″; bey ♀ 9′ 26″ und bey ☿ 8′ 46″.

§. 381. Und nach einer von dem berühmten Kepler erfundenen vortreflichen Theorie, wovon im folgenden geredet wird, haben die Astronomen mit Zuziehung der Eccentricität die Größte, Mittlere und Kleinste Weite der Planeten von der Sonne folgendermaßen verhältnißmäßig gefunden:

nach Fig. 75.	Größte. cA + cn	Mittlere. cP = cA	Kleinste. cP — nc
♄	10084	9540	8996
♃	5452	5201	4950
♂	1665	1524	1382
♁	1017	1000	983
♀	728	723	718
☿	467	387	307

§. 382. Zweitens liegen die Planetenbahnen nicht sämtlich in einer Ebene, sondern neigen sich unter verschiedenen wie wol bey den mehresten sehr geringen Winkeln gegen die Fläche der Erdbahn oder Ecliptik, und es war sehr natürlich daß die Astronomen diese letztere Fläche in welcher die Erde im Sonnensystem fortläuft zum Grunde legten und die Neigung der Flächen in welcher die übrigen Planeten sich bewegen gegen dieselbe zu bestimmen suchten.

ten. Diesemnach sey in Fig. 76 in S der Mittelpunct der Sonne, und PTAVk die Erdbahn beyde genau in der Fläche des Papiers. Ein Zuschauer stehe in S so wird ihm die Erdbahn in den Kreis den wir die Ecliptik nennen am Himmel hinaus erscheinen, weil beyde Flächen mit einander übereinkommen. Linien von S nach ♈, ♋, ♎, ♑ werden demnach gleichfalls in der nemlichen Fläche liegen und in der Ecliptik diese vier Hauptpuncte anzeigen Allein die Laufbahnen der übrigen Planeten werden aus S nicht in der Ecliptik erscheinen können, weil ihre Flächen gegen die erweiterte Fläche der Erdbahn eine Neigung haben, und nur in zween einander gerade entgegen stehenden Puncten werden die Planeten in der Ecliptik stehen, in denjenigen nemlich nach welchen die Richtung des gemeinschaftlichen Durchschnittes der Flächen ihrer Bahn und der Erdbahn, hinaus geht.

§. 383. Es sey nun in Fig. 76. zxwur die Bahn eines obern Planeten. In ☊ und ☋ die zween Puncte in welchen dieselbe durch die Fläche der Erdbahn oder Ecliptik geht. Sie heißen in der Astronomie Knoten, jener wird der aufsteigende und dieser der niedersteigende genennt. (§. 110.) Man muß sich also die eine Hälfte der Bahn ☊A☋, als etwas über und die andere ☋r☊ als um eben so viel unter der Fläche des Papiers oder des punctirten Kreises ☊alg☋ih geneigt vorstellen. In ☊ hat der Planet keine Breite, da er aus der Sonne oder einen jeden Punct der Erdbahn und ihrer Fläche in der Ecliptik erscheint. Von da fängt er

er an sich über diese Fläche zu erheben und bekömmt einen nordlichen Abstand von der Ecliptik Breite genannt, welcher 90° von ☊ in n am größten ist. Wenn alsdann Linien aus der Sonne in der Fläche des Planeten und der Erdbahn senkrecht auf den gemeinschaftlichen Durchschnitt ☊ ☋ gezogen werden, so formiren diese den Winkel der Neigung der Planeten gegen die Erdbahn zwischen sich. (§. 42.) Von n nimmt seine Nordliche Breite ab bis er in ☋ abermals durch die Fläche der Ecliptik geht und keine Breite hat. Von ☋ geht er unter dieser Fläche und bekömmt eine südliche Breite welche 90° von ☋ in r am größten ist und weiter hin bis zum ☊ wieder abnimmt. Eben dies ist bey der gezeichneten Bahn ☊ e ☋ d eines untern Planeten zu merken. Die Entfernung eines Planeten von ☊ wonach sich die Größe seiner Breite richtet, heißt: das Argument der Breite.

Anmerk. Bey den Erklärungen der Neigungen der Planeten gegen die Erdbahn und den daraus folgenden Erscheinungen, ist es nöthig zu mehrerer Deutlichkeit der Vorstellung durch körperliche Modelle zu Hülfe zu kommen.

§. 384. Aus der Sonne betrachtet fällt für das 1780ste Jahr * der aufsteigende Knoten (☊) des ♄ im 21° 29′ ♋; des ♃ 8° 41′ ♋; des ♂ 18° 15′ ♉; der ♀ 14° 39′ ♊; des ☿ 15° 54′ ♉ und diesen Puncten gerade gegen über steht der niedersteigende (☋). Ferner ist die wahre Neigung der Bahn gegen die Fläche der Ecliptik beym ♄ 2° 30′; beym ♃ 1° 19′; beym ♂ 1° 51′; bey der ♀ 3° 23′; beym ☿ 7° 0′.

* Anmerk. Der Ort des ☊ oder ☋ rückt in 10 Jahren fort beym ♄ 3′ 0″; beym ♃ 8′ 20″; beym ♂ 6′ 21″; bey ♀ 5′ 10″ und beym ☿ 8′ 20″.

Von der aus der Sonne und Erde gesehenen Länge und Breite eines Planeten, nebst Berechnung derselben.

§. 385.

Die 76ste Figur stellt beyläufig die Lagen von der Erde, Jupiter und Venus-Bahn vor. Sm ist für die Jupiters- So für die Erd- und Sc für die Venusbahn die Eccentricität, so daß aus m, o, c die Bahnen dieser drey Planeten kreisförmig beschrieben worden, weil ihre ellipsenähnliche Gestalt in dieser kleinen Figur nicht merklich wird. P ist der Punct der Sonnennähe und A der Sonnenferne in einer jeden Bahn, von welchem das nähere bereits vorher erklärt worden *. Jupiter stehe nun für eine gewiße Zeit in seiner Bahn in ♃; und die Erde in T; ein andermal sey die Erde in V und Venus in ihrer Bahn in ♀: So ist für Jupiter der Bogen tz♃ oder der Winkel ♃St die Länge in seiner Bahn aus der Sonne gesehen oder die heliocentrische Länge; ♃a stehe auf die Fläche der Ecliptik senkrecht, so ist der Winkel ♃Sa die heliocentrische Breite. Ferner ist nach Ta der auf die Ecliptik reducirte geocentrische oder aus der Erde gesehene Ort des ♃, mit welcher Linie Sf parallel geht (Anmerk. §. 366.) und folglich ist der Bogen ♈hf oder der Winkel fS♈ die geocentrische Länge; endlich

endlich der Winkel ♃ T a die geocentrische Breite. Dann hat ♃ eine Nordliche Breite und ist seiner Sonnenferne nahe. Für Venus, welche hier eine Südliche Breite hat und ihre Sonnenferne paßirt ist, wird ♈ ♋ ♎ ♑ r ihre auf die Ecliptik, durch das von r senkrecht herunter gefällte Perpendicul r♀, reducirte heliocentrische; und da S z mit V r parallel läuft, ♈ z ihre geocentrische Länge. Der Winkel r S ♀ giebt die heliocentrische und r V ♀ die geocentrische Breite an.

Anmerk. Aus der Figur und den 380 §. ergiebt sich, daß die Sonne im Sommer weiter von uns ist als im Winter, dies zeigt sich auch am scheinbaren Durchmeßer der Sonne, welcher im 9° ♋ 31′ 25″; im 9° ♑ hingegen 32′ 30″ beobachtet wird. Folglich wäre derselbe in der mittlern Entfernung auf 31′ 57″, 5 zu setzen.

§. 386. Aus den in der 76sten Figur vorkommenden Beyspielen von ♃ und ♀ ergiebt sich wie die heliocentrische und geocentrische Länge und Breite der Planeten, nach den verschiedenen Stellungen der Erde gegen dieselben, und der Sonne, veränderliche Unterschiede haben können. So ist in denselben die heliocentrische auf die Ecliptik reducirte Länge des ♃ um den Winkel T a S = a S f größer als die geocentrische. Die heliocentrische Breite ♃ S a kleiner als die geocentrische ♃ T a weil die Erde dem ♃ hier näher als dieser der Sonne ist. Für Venus findet sich, daß sie von der Erde um den Winkel r S z weiter nach Morgen als aus der Sonne gesehen wird, und daß folglich ihre geocentrische Länge größer als die heliocentrische ist. Ihre heliocentri-

Breite r S ♀ aber etwas größer als die geocentrische r V ♀ seyn muß, weil ♀ hier etwas weiter von der Erde als von der Sonne gesetzt wird. Der Unterschied der heliocentrischen und geocentrischen Länge eines Planeten heißt auch sehr richtig die Parallaxe der jährlichen Erdbahn. Er ist am größten, wenn die Linien aus der Sonne und den Planeten an der Erde einen rechten Winkel machen. Trift es sich genau daß ♀ in ihrer untern ☌ mit der Sonne und zugleich zwischen ☊ und ☋ oder ☋ und ☊ folglich 90° von beyden steht, so kann ihre geocentrische Breite auf $8\frac{3}{4}°$ gehen, ohnerachtet alsdann ihre größte mögliche heliocentrische Breite (welche bey allen Planeten der Neigung ihrer Bahn gleich ist) nur 3° 23′ austrägt, weil ♀ um diese Zeit der Erde viel näher als der Sonne ist. Man kann diese Erscheinung schon nach der 39 Fig. erklären. Die Neigung der Merkursbahn ist freylich 7° allein dieser Planet ist in einer ähnlichen Stellung immer von der Erde weiter als von der Sonne entfernt. Nur bey der ♀ findet im angezeigten Falle eine so große geocentrische Breite statt, und es erhellet hieraus die Nothwendigkeit den Thierkreis zu beyden Seiten der Ecliptik eine Breite von 8 bis 10° zu geben.

§. 387. Zieht man nach Figur 76 Linien von der Sonne zum ♃ und zur Erde und von letzterer wieder zum ♃, so entsteht das geradelinigte Dreyeck ♃ T S welches sich gegen ♃ über die Fläche des Papiers erhebt. Der Winkel an der Sonne ♃ S T heißt der Commutations- und der an der Erde ♃ T S

der

der Entfernungs-Winkel, jener zeigt den Unterschied der heliocentrischen Länge des ♃ und der Erde, und dieser den Unterschied der geocentrischen Länge des ♃ und der Sonne an. Wird von ♃ ein Perpendicul ♃a senkrecht auf die Fläche der Ecliptik gefällt und dahin von Sonne und Erde Linien gezogen, so ist das Dreyeck ♃TS auf das in der Fläche der Ecliptik liegende aTS reducirt. Eben so ist für Venus in der Figur ♀SV der Commutations- und SV♀ der Entfernungswinkel. Dagegen ♀ sich unter der Fläche der Ecliptik neigende Dreyeck SV♀ wird durch den Perpendicul ♀r auf das in dieser Fläche liegende SrV gebracht.

Anmerk. Diese Linien laßen sich in einem Modell von der schiefen Lage der Planetenbahnen durch Fäden vorstellen, und damit entstehen Fadendreyecke welche die Erklärung sehr erleichtern.

§. 388. Nun läßt sich aus den astronomischen Tafeln vom Laufe der Planeten (unter welchen die Halleyischen die richtigsten sind) z. B. für ♃ seine wahre heliocentrische Länge und Breite für eine jede Zeit finden. Man weiß also nach welchen Grad der Länge die Linie S♃ oder diesen Ort durch ♃a auf die Ecliptik reducirt, Sa hingeht, und wie groß der Winkel ♃Sa sey. Ferner geben noch die Tafeln, die Entfernung des ♃ von der ☉ = S♃ auf die Ecliptik reducirt (welche die abgekürzte heißt) nemlich Sa an. Dann findet sich aus den Sonnentafeln (welche T. Mayer am richtigsten geliefert) für den Ort der Erde T den Ort der Sonne nach h hinaus, folglich auch der heliocentrische Ort der

Erde gegen STg, und zugleich die Entfernung der Erde von der Sonne ST in eben solchen Theilen als vorhin Sa. Nun sind folglich in dem Dreyeck aST bekannt: die beyden Seiten Sa und ST nebst den dazwischen liegenden Winkel aST = dem Unterschied der heliocentrischen Länge des ♃ und der ♁. Man soll hieraus den Winkel an der ♁ oder aTS nemlich die Entfernung des ♃ von der Sonne im Bogen der Ecliptik aus der Erde gesehen finden?

§. 389. Unter den Aufgaben der ebenen Dreyeckmeßung kömmt im §. 35. nach der 30sten Figur die letztere, mit der vorigen überein. Setzt man also nach den daselbst gebrauchten Buchstaben: Sa = k; ST = b und aST = A; ferner den unbekannten Winkel am ♃ = C und den zu suchenden an der ♁ = B. So ist nach der Formel:

$(b+k):(b-k) = \text{Tang.}\tfrac{1}{2}(C+B):\text{Tang.}\tfrac{1}{2}(C-B)$

Das heißt in Worten: Die Summe der beyden bekannten Seiten verhält sich zu ihrem Unterschiede, wie die Tangente der halben Summe der beyden unbekannten Winkel zur Tangente ihres halben Unterschiedes. (A ist bekannt, demnach auch die halbe Summe von $B+C = \frac{180^\circ - A}{2}$)

Man findet also durch diese Formel den halben Unterschied der beyden unbekannten Winkel B und C, welcher in diesem Falle zur halben Summe derselben addirt wird, (§. 35.) weil der verlangte Winkel B, wie es die Figur zeigt, der größte ist. Dieser Winkel B oder aTS wird hier zum Ort der

Sonne

Sonne h addirt weil ♃ von derselben gegen Morgen erscheint, so kömmt die gesuchte geocentrische Länge deßelben heraus.

§. 390. Um die geocentrische Breite zu finden wird gesetzt:

Sin. aST : Sin. aTS = Tang. ♃Sa : Tang. ♃Ta

oder in Worten: Der Sinus des Commutationswinkels verhält sich zum Sinus des Elongationswinkels, wie die Tang. der heliocentrischen zur Tang. der geocentrischen Breite. Denn in dem bey a rechtwinklichten Dreyeck ♃aS

ist Sa : a♃ = R (Radius) : Tang. ♃Sa

und in dem gleichfalls bey a rechtwinklichten Dreyeck ♃aT eben so: Ta : a♃ = R : Tang. ♃Ta

aus beyd. folgt Ta : Sa = Tang. ♃Sa : Tang. ♃Ta

In den ebenen Dreyecken verhalten sich aber die Seiten gegen einander wie die Sinus der ihnen entgegenstehenden Winkeln. Da nun der Seite Ta der Winkel aST und der Seite Sa der Winkel aTS gegenüber liegt, so werden statt derselben die Sinus dieser bekannten Winkel genommen, woraus obige Formel sich ergiebt.

§. 391. Bey der Berechnung der geocentrischen Länge und Breite eines untern Planeten wie in der 76 Fig. für Venus ist das Verfahren völlig dem vorigen ähnlich. Nur daß in diesem Falle der in dem Dreyeck SrV gefundene Winkel an der Erde SVr vom Ort der Sonne abgezogen werden muß, weil ♀ von der Erde V aus betrachtet von der Sonne

ne zur rechten oder abendwärts erscheint. Veränderungen dieser Art sind aber leicht einzusehen, wenn man sich den Triangel welchen Sonne, Erde und Planet bildet, für jeden vorkommenden Fall entwirft, und die Richtung nach welchen Sonne und Planet hinaus gesehen wird gehörig bemerkt. Und daher glaube ich von dergleichen Berechnungsarten durch voriges Beyspiel, nebst den beygebrachten Erläuterungen, einen hinlänglichen Begriff verschaft zu haben.

§. 392. Nach den in den §. 378. 379. und 382. angegebenen Bestimmungen der Oerter der Sonnenferne, Eccentricität, mittlern Weite von der Sonne, Knoten und Neigung der Planetenbahnen, läßt sich nach einem angenommenen Maaßstabe auf einen großen Regalbogen das Sonnensystem richtig entwerfen und damit kann man, wenn der jedesmalige heliocentrische Ort eines Planeten und der Erde gehörig eingetragen wird, alle bisher angezeigte Erscheinungen derselben deutlich einsehen. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels habe ich auch dazu dienliche Anweisungen auf Seite 114 — 118; dann Seite 506 — 522 gegeben, worunter auch eine sehr abgekürzte und daher beyläufige Berechnung der geocentrischen Länge der Planeten aus ihrer bekannten heliocentrischen vorkömmt; zugleich enthält dieses Buch den Lauf und die Erscheinung der Planeten vom Jahr 1777 bis 1800. Auf dem 7 und 8ten Blatt der Doppelmayerschen Himmelscharten wird auch der wahre Lauf der Planeten im Sonnensy-

stem

stem und ihr von der Erde aus gesehener scheinbarer vorgestellt. Dieser letztere fällt besonders zur Zeit da die Planeten still stehen und rückwärts gehen, vornemlich deswegen sehr unordentlich aus, weil alsdann die geocentrische Breite derselben wegen ihrer Annäherung gegen die Erde sehr merklich zunimmt, wodurch in der Gegend des Thierkreises wo dies geschieht, nach den verschiedenen Fällen, ob nemlich der Planet entweder zu seiner größten heliocentrischen Breite oder einen seiner Knoten geht oder davon zurückkömmt, ihre Bahnen als Knoten ähnlich geschlungen oder dem Buchstab Z gleichend erscheinen, wie die erwähnten Charten zeigen. Noch ist zu merken, daß der wahre oder aus der Sonne beobachtete Gang der Planeten bey einen jedem Umlauf der nemliche bleibt, der von der Erde beobachtete scheinbare aber immer anders in die Augen fällt.



Achter Abschnitt.

Ueber die Beschaffenheit, Größe, Entfernung 2c. der Sonne, Planeten und ihren Monden.

Von der Sonne, ihre Flecken, Umwälzung, Lage ihrer Kugel 2c.

§. 393.

Wenn man die Sonne auch nur durch mittelmäßige Fernröhre betrachtet, so wird man die mehreste Zeit auf derselben dunkle Flecke, oft einzeln, zuweilen aber in mehrerer Anzahl und in verschiedenen von Zeit zu Zeit veränderlichen Größen entdecken. Sie zeigen sich in einer unordentlichen Figur, die größern sind gewöhnlich in einen Nebel oder blaßern Schatten eingehüllt und haben in der Mitte einen dunklern Kern. Sie bewegen sich alle gemeinschaftlich vom östlichen Sonnenrande bis zum westlichen in 13½ Tagen, aber gegen die Ränder hin immer langsamer, entstehen und verschwinden auch mitten in der Sonne. Einige kommen nach 13½ Tagen wieder am östlichen Rande zum Vorschein nachdem sie am westlichen verschwunden sind. Mitten in der Sonne erscheinen sie größer und an den Rändern werden sie immer schmäler. Auch laßen sich zuweilen bloße schattenähnliche

auch

auch wol mit einem andern Lichte als der übrige Sonnenkörper versehene größere oder kleinere Stellen bemerken, die den Namen Sonnenfackeln erhalten. Die größten dunkeln Flecken die man jemals in der Sonne gesehen, hielten eine Minute oder etwa den 30sten Theil des Sonnendurchmeßers in sich. Die Figur 77 zeigt, wie die Sonnenflecken gewöhnlich in verschiedenen Gestalten erscheinen. AB ist ein Theil des Sonnenrandes.

§. 394. Die Sonnenflecken wurden bald nach Erfindung der Ferngläser im Jahr 1611 vom Pater Scheiner in Ingolstadt entdeckt. Weil aber die Philosophen der damaligen Zeit das Vorurtheil hegten daß das Sonnenlicht gänzlich rein sey, so mußte er seine Wahrnehmungen etwas zurückhalten bis auch andere Astronomen, als Galliläus, Fabricius rc. dieselbe Entdeckung machten und damit die Wahrheit vom Gegentheil bestätigten. Scheiner schrieb hierauf ein großes Werk in Folio, über seine Beobachtungen der Sonnenflecken, welches er Rosa Ursina nannte, und auch nachher sind dieselben von vielen Astronomen häufig beobachtet und beschrieben worden. Sie sahen die Flecken in ihrer Größe ab- und zunehmen, oft gänzlich verschwinden oder einen Schatten übrig laßen. Verschiedene giengen einigemal vor der Sonnenscheibe über, einige entstanden auf der Sonne am nemlichen Orte wo sie ehedem unsichtbar geworden waren. Oft verfloßen Jahre da keiner erschien, und dann zeigte sich die Sonne viele Jahre nach einander nie ohne Flecken. Eben dies beobachten

wir

wir noch anjetzt, ohne die geringste Regelmäßigkeit und blos dies einzige zeigt sich bey allen ordentlich, daß sie in einer gleichen Zeit, ihr Weg mag kurz oder lang seyn, parallel unter sich auf der Sonne von Osten nach Westen fortrücken, und ihre Entfernung von einander nicht merklich verändern.

§. 395. Aus diesen letztern Erscheinungen schlossen schon die ersten Beobachter der Sonnenflecken, daß sich die Sonne von Morgen nach Abend um ihre Axe wälzen, und daher die Gestalt einer Kugel haben müße. Auch läßt sich leicht aus der Wahrnehmung, daß diese Flecken da sie so lange hinter als vor der Sonne sich verweilen, auch an den Rändern derselben sehr schmal werden, schließen, daß sie auf der Oberfläche der Sonne selbst sich befinden müßen. Die auf der Erde sich aus Beobachtung der Flecken ergebende Zeitdauer der Umwälzung der Sonnenkugel muß aber anders erscheinen, als selbige wirklich statt hat, da die Erdkugel inzwischen ihren Ort selbst verändert. Es sey Fig. 78. in C die Sonne und in T die Erde. Ein Sonnenfleck erscheine zugleich mitten auf der Sonne in m, da ab der in T sichtbare Durchmesser der Sonne seyn wird. Nachdem sich die Sonnenkugel einmal nach admb umgewälzt, ist die Erde inzwischen nach eben der Richtung von T bis V gerückt, und aus diesem Punct betrachtet ist nun n mitten in der Sonne, und de wird als ihr Durchmesser gesehen. Die Sonnenkugel muß sich demnach noch um mn weiter herumwälzen, ehe der Fleck m wieder in die Mitte kommt. Hieraus folgt, was

was die Astronomen durch viele Beobachtungen gefunden, daß obgleich die Sonnenkugel eigentlich in 25 Tagen 14 St. 8 Min. sich um ihre Axe wälzt, sie dennoch den Erdbewohnern erst nach 27 Tagen 12 St. 20 Min. wieder dieselbe Seite zuwende, oder ein und eben derselbe Sonnenfleck abermal in dem nemlichen Punct erscheine.

§. 396. Stünde die Sonnenaxe senkrecht auf die Fläche der Ecliptik; so würde der Sonnenäquator admne in dieser Fläche der Erdbahn liegen, und folglich von uns betrachtet als eine gerade Linie erscheinen, und die mit ihm bey der Umwälzung der Sonne gleichlaufenden Flecken gleichfalls allemal in geraden Linien vor der Sonne fortrücken. So aber muß die Sonnenaxe eine Neigung gegen die Fläche der Ecliptik haben, denn Beobachtungen zeigen, daß die Sonnenflecke nur zweymal im Jahr in vollkommenen geraden Linien; zu allen übrigen Zeiten aber mehr oder minder offene, nord- oder südwärts dem Mittelpunct der Sonne liegende halbe Ellipsen beschreiben. Am Ende des Novembers gehen sie in geraden Linien durch. Nachher fangen sie an aufwärts gebogene Ellipsen zu durchlaufen, welche am Ende des Februar am weitesten offen erscheinen, wiewol nur in einen Verhältniß der größern zur kleinern Axe wie 1000 zu 130. Von da nehmen solche wieder ab, bis am Ende des Mays, da sie abermal nach geraden Linien fortrücken. Im Junii fangen sie an sich in einem unterhalb dem Mittelpunct der Sonne liegenden elliptischen Bogen zu bewegen, welcher zu

Anfange des Septembers seine größte Oeffnung in obigem Verhältnisse zeigt, und gegen Ende des Novembers sich wieder der geraden Linie nähert.

§. 397. Aus diesen Erfahrungen hat man berechnet, daß die Axe der Sonne sich mit der Fläche der Ecliptik unter einem Winkel von $82\frac{1}{2}°$ neige; daß der Nordpol der Sonne beständig gegen den 8° ♓ und der Südpol gegen den 8° ♍ gerichtet sey. Die Neigung des Sonnenäquators gegen die Fläche der Ecliptik muß demnach $7\frac{1}{2}°$ austragen, und folglich derselbe letztere in zween entgegenstehenden Puncten durchschneiden. Diese kann man die Knoten des Sonnenäquators nennen, welche aus der Sonne gesehen im 8° ♊ und 8° ♐ erscheinen müßen. Jener ist der ☊ und dieser der ☋. Wird die Erde aus der Sonne betrachtet in diese Puncte gesehen, so muß uns der Sonnenäquator als eine durch den Mittelpunct der Sonne gehende gerade Linie; in allen übrigen Oertern aber als eine halbe Ellipse erscheinen, und zwar unterwärtsgehend, wenn unser Auge über, und aufwärtsgehend, wenn es unter dessen Fläche steht.

§. 398. Das bisher gesagte macht die 79ste Figur deutlich, in welcher C die Sonnenkugel, ns ihre gegen die zu den Polen der Ecliptik gehende Linie pP um $7\frac{1}{2}°$ geneigte Axe nach n der Nord- und nach s der Südpol, endlich ae der Sonnenäquator ist. Das Auge wird hier in einer großen Entfernung außer der Erdbahn dem Mittelpunct der Sonne C gerade gegen über, und genau in ihrer Fläche gesetzt, demnach erscheint die Erdbahn als eine

eine gerade Linie, und AB ist ihr Durchmesser, auf welchem der Ort der Erde von 30 zu 30° nach den Sinußen des Abstandes von C (§. 36.) bemerkt ist. Steht nun die Erde 8° in ♐ disseits der Sonne, so liegen ihre Pole an den Rändern, und die Flecken beschreiben von Osten nach Westen in Ansehung der Ecliptik schräge heruntergehende gerade Linien auf der Sonne in ihrem Aequator de, oder seinen Parallelen lm, ik ꝛc. Rückt die Erde durch ♑ und ♒, so wird der Nordpol der Sonne sichtbar, und der Südpol unsichtbar; der Aequator und dessen Parallelen liegen schief gegen das Auge, und erscheinen als unterwärts geneigte halbe Ellipsen, welche im 8° ♓ am weitesten offen sind. Kommt die Erde in ♈ und ♉, so werden diese wieder enger. Im 8° ♊ nach der Figur hinterhalb der Sonne erscheinen sie abermals als gerade Linien, da beyde Pole an den Rändern liegen, wiewol nun in einer gegen die Ecliptik entgegenstehenden Neigung wie in 8° ♐. Durch ♋ ♌ erheben sie sich über der Ecliptik, indem der Südpol der Sonne sichtbar wird, und in 8° ♍ erscheinen sie als Ellipsen nordwärts vom Mittelpunct der Sonne in ihrer größten Entfernung, welche durch ♎ ♏ wieder abnimmt.

Anmerk. Da die Erde beständig ihren Ort verändert, und folglich die Sonnenkugel gegen ihr sich in einer eben so veränderlichen Richtung umwälzt, so können genau betrachtet, die scheinbaren Wege der Flecken auf der Oberfläche der Sonne eigentlich keine Ellipsen seyn, sondern es müssen hieraus besondere krumme Linien entstehen.

§. 399.

§. 399. Die Sonne hat eine Atmosphäre, die sich von ihr über verschiedene Planetenbahnen erstreckt, unter dem Namen des Zodiacallichtes (§. 310.) bekannt ist, und zuweilen des Abends oder des Morgens zu Gesicht kömmt. Nach Mairans Erklärung besteht dieselbe aus einer sehr subtilen Materie, die die Sonne überall, vornemlich aber wegen ihrer schnellen Axendrehung, bis auf einer großen Weite längst der Fläche ihres Aequators hinaus umgiebt, entweder ihr eigenes Licht hat, oder von der Sonne stark erleuchtet wird. Aus der in der 79sten Figur vorkommenden Lage des Sonnenäquators läßt sich nun einsehen, daß wenn die Sonne in 8° ♐ und ♊ erscheint, oder am Ende des November und May die Erde mitten durch die größte Fläche des Zodiacallichtes hindurchgeht, daß diese um die erstere Zeit an der Morgenseite der Sonne einen Winkel von $7\frac{1}{2}°$ südlich und an der Abendseite einen eben so großen nordlich mit der Ecliptik mache, daß um die letztere Zeit das Gegentheil statt finde. Ferner, daß gegen die Zeit der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche der größte Durchschnitt des Zodiacallichtes, sowol Morgens als Abends nordwärts gegen die Ecliptik, und im Herbst südwärts gegen dieselbe geneigt sey, und daß dieses Licht in beyden Jahreszeiten am breitesten erscheinen müße. Weiß man nun, daß die Ecliptik im Frühjahr des Abends und im Herbst des Morgens den größten Winkel mit dem Horizont macht, so folgt aus dem vorigen, daß das Zodiacallicht um diese Zeit am besten zu Gesicht komme, wiewol

es

es im Frühjahr sich unter einem größern Winkel des Abends, als im Herbst des Morgens erheben muß. Dann wird es auch beym Anfange des Winters des Morgens sich besser als des Abends zeigen. Beym Anfange des Sommers verhindert die Dämmerung es zu sehen.

§. 400. Ueber die Natur und Beschaffenheit der Sonne und ihrer Flecken haben die Naturforscher verschiedene Meynungen. Die gewöhnlichste ist, daß die Sonne ein wirkliches Feuer sey, und auf ihrer Oberfläche beständig brenne; hiernach werden denn die Sonnenflecken als Rauch- und Dampfwolken, die das Sonnenfeuer bald von sich stößt, bald wieder in sich aufnimmt, angesehen. Andere gedenken sich die Sonnenkugel als mit einer glüenden flüßigen Materie, einer Lava übergossen, in welcher große Klumpen ausgebrannter Materien schwimmen, die wechselsweise über das Feuermeer der Sonne zum Theil hervorragen und wieder einsinken, und sich auf diese Art als dunkle Flecken auf der Sonne zeigen, und verschwinden. Allein woher sollte bey der ersten Meynung das Sonnenfeuer seine Nahrung hernehmen, um nicht nach und nach zu verlöschen, und wodurch wird bey der andern ihre Feuermasse beständig glüend und flüßig erhalten, vieler andern Einwürfe zu geschweigen. Sollte es auch auf der weiten Oberfläche der großen Sonne wirklich so unruhig zugehen, ein beständig loderndes Feuer oder eine geschmolzene Lava schreckenvoll alles zerstören? Sollte der majestätische Glanz der Sonne ein bloßer Wie-

derschein von den aus ihren Gefilden überall aufsteigenden Flammen seyn?

§. 401. Der Beweis, daß die Sonne ein Feuer sey, wird aus ihrem Lichte, und daß ihre Stralen wärmen, auch wenn sie vermittelst der Brenngläser in einem engern Raum gebracht werden, mit großer Heftigkeit zünden, hergenommen. Allein es laßen sich sehr wahrscheinlich richtige Erklärungen geben, nach welchen die letztern Wirkungen erfolgen können ohne daß die Sonne selbst brennen darf. Nach den in den neuern Zeiten bewundernswürdigen Erfindungen in den Wirkungen der Electricität kann man sich die Sonne als eine feuerlose Kugel vorstellen, die durch ihren schnellen Umschwung ein electrisches Licht hervorbringt, welches sich auf eine oder die andere Art durch das ganze Sonnengebiet fortpflanzt. Das ihre Stralen wärmen, könne alsdann meines Erachtens blos als eine Wirkung derselben auf unserer Luft nahe an der Erdoberfläche zufolge ihres größern oder geringern Einfallswinkels auf dieselbe angesehen werden, wodurch ich mir die Erfahrung daß auf den höchsten Bergen ein beständiger Winter herrscht sehr gut erklären kann. Daß die Lichtstralen, wenn sie im Brennpunct eines Brennglases vereinigt werden, brennen, ist ihrer alsdann heftig vermehrten zitternden Bewegung zuzuschreiben. So stelle ich mir die Sonne überhaupt als eine dunkle planetische Kugel vor, die alle Ungleichheiten des festen Landes und Meere auf ihrer Oberfläche zeigt und in der Lichtmaterie wie unsere Erde in ihrer Atmosphäre eingehüllt ist. Die Sonnen

nenflecke wären denn nichts anders als kleine zuweilen von der Lichtmaterie entblößte Stellen der Sonnenländer oder Meere, welche nur ein geborgtes auch größtentheils verschlucktes Licht uns zuwerfen, und daher gegen den übrigen von der Lichtmaterie bedeckten Theil der Sonne, dunkel erscheinen. Was hierüber weiteres zu sagen wäre, gehört in die Naturlehre.

§. 402. Die eine oder die andere Hypothese sey nun richtig, so wird unterdeßen die wohlthätige Absicht des weisen Schöpfers beym Bau der großen Sonne, nemlich durch alle Räume ihrer weiten Herrschaft, so wie unserer Erde, auch den andern um sie laufenden größern oder kleinern Planeten- und Kometenkugeln Licht und Wärme, zum Nutzen ihrer Bewohner, mitzutheilen, glücklich erreicht. Dieser wichtige Nutzen und die Kraft der Anziehung mit welcher die Sonne alle Kugeln ihres Systems bis zu unermeßenen Fernen um sich in Kreisen herum lenkt, ist von ihrer ansehnlichen Größe zu erwarten, welche die Größe unserer Erdkugel um mehr als eine Million und vierhunderttausendmal übertreffen muß (wovon der Beweiß nachher vorkömmt). Der Durchmeßer der Sonne trägt über 112 Erddurchmeßer aus, und ihr Umfang im Aequator über 608000 Meilen. Innerhalb dieser gewaltig großen Sonnenkugel könnte, wenn die Erde im Mittelpunct stünde, der Mond um ihr in einem fast doppelten Abstande laufen ohne ihre Oberfläche zu berühren, wie sich in der Folge ergeben wird. Hiernach läßt sich berechnen, daß ein

 mit-

mitten auf der Sonne in der Größe von einer Minute sich zeigender Sonnenfleck an 6000 Meilen im Durchschnitt halte, worauf bey Erklärung ihrer Natur aus den Erscheinungen, und vornemlich den oftmaligen Veränderungen der Gestalt und Größe derselben Rücksicht zu nehmen ist.

Vom Lichte, deßen Geschwindigkeit, Stärke in verschiedenen Entfernungen.

§. 403.

Neuton erklärte die Lichtstralen als wirkliche Ausflüße aus der Sonne und den Sternen, die sich durch völlig leere Räume der Schöpfung zwischen den Weltkörpern unaufhörlich ergießen. Cartesius füllte diese Räume mit Himmelsluft an, und gedachte sich deren feinste Theile als Kügelchen, die hart an einander in gerader Linie von der Sonne bis zu uns stehen und gleichsam Kugelstäbe formiren, und so wenn das der Sonne zunächst stehende einen Stoß ihrer bewegten Lichttheile erhält sich sogleich auf der Erde wirksam zeigt. Allein müßte nicht das Sonnenlicht längstens erschöpft seyn, wenn es ohne neuen Zufluß seit vielen Jahrtausenden nach allen Seiten durch ungeheuer weite Räume aus der Sonne strömte, und Neutons Meinung richtig wäre, und eben so müßte nicht das Licht von der Sonne bis zu uns keine Zeit gebrauchen, wenn Cartesius Voraussetzung statt fände, wovon uns doch die Erfahrung das Gegentheil lehrt.

§. 404.

§. 404. Eulers Erklärung über diese Sache ist daher viel wahrscheinlicher. Er nimt an, daß die kleinsten Theile der Feuermaterie der Sonne in einer heftigen zitternden Bewegung sind; diese wird den der Sonne zunächst liegenden Theilen des Aethers oder der feinen Himmelsluft mitgetheilt, von diesen erhalten selbige die in einen immer größern Abstande liegenden und so pflanzt sich das Licht durch den Aether wellenförmig wie der Schall durch unserer Luft, obgleich wegen des viel subtilern Aethers, ungemein schneller, bis zu der Erde und andern Planeten fort. Statt der Feuermaterie kann man sich auch, bey der Voraussetzung daß die Sonne eine bloße electrische Kugel sey, ihre feinsten Lichttheile in eine solche zitternde Bewegung gedenken, woraus eine gleiche Wirkung erfolgen würde. Eine weitere Untersuchung der wichtigen Materie vom Lichte, der Theorie von der Sichtbarkeit dunkler Körper und der Entstehung der Farben ꝛc. gehört eigentlich in die Naturlehre.

§. 405. Daß das Licht nicht augenblicklich sondern nach und nach, wie wol mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit sich durch alle Räume des Sonnensystems fortpflanzt, haben die Astronomen aus Beobachtungen der Verfinsterungen der Jupiters-Trabanten gefunden und Römer war der erste, welcher vor etwa 100 Jahren diese wichtige Entdeckung machte. Es sey nach Fig. 80 in S die Sonne; BDAC die Erdbahn: VR ein Theil der Jupitersbahn und dieser Planet stehe in n; emd sey die Bahn des ersten oder innersten Trabanten,

welcher in 42 Stunden 28 Min. seinen Umlauf vollführt. In C steht ♃ hinter der Sonne und in seiner größten Entfernung von der Erde; in D hingegen ist er der Sonne gerade gegen über und der Erde um den ganzen Durchmeßer ihrer Bahn DC oder der doppelten Entfernung der Sonne von ihr näher, welche Weite wenigstens 40 Millionen Meilen austrägt.

§. 406. Soll nun nach der Rechnung dieser Jupiterstrabant in e um eine gewiße Zeit im Schatten treten oder eine Verfinsterung leiden, so geben die Beobachtungen daß dieser Eintritt wenn die Erde in der Gegend C ist um 16 Min. 15 Sec. später als in der Gegend D gesehen wird, woraus folgt, daß das Licht um so viel Zeit brauchen müße den Raum DC herunter zu schießen. Eben so, die Erde komme in B wo sie sich dem Jupiter in gerader Linie nähert und der Trabant trete in e im Schatten. Nach 42 St. 28 Min. hat er seinen Umlauf vollendet, und sollte abermal im Schatten treten; allein da die Erde inzwischen sich dem Jupiter bis in b genähert, so sehen wir den Trabant aus b betrachtet um so viel früher eintreten, als das Licht eher in b als B anlangt. Das Gegentheil findet statt, wenn die Erde in A steht und den Trabant in m austreten sieht. Ist die Erde nach 42 St. 28 Min. bis in a gekommen, so wird der zunächst folgende Austritt daselbst um so viel später gesehen, als das Licht Zeit gebraucht sich durch den Raum Aa fortzupflanzen.

§. 407. Der in B und A bemerkte Zeitunterschied, verglichen mit der Größe des Bogens B b oder A a welchen die Erde inzwischen durchläuft, bringt ein gleiches mit dem was die Beobachtungen der Verfinsterungen in C und D geben heraus daß nemlich das Licht in 8 Min. 7 Sec. sich von der Sonne bis zu uns durch einen Weg von wenigstens 20 Millionen Meilen mit einer uns unbegreiflichen Schnelligkeit fortpflanze, oder in einer Secunde 41000 Meilen zurücklegt. Rechnen wir nun wie oben (§. 313.) daß der Schall in 22 Secunden eine deutsche Meile durchzittert, so folgt daß die Geschwindigkeit des Schalles von der Geschwindigkeit des Lichtes um mehr als 900000 mal übertroffen wird.

§. 408. Diese Schnelligkeit des Lichtes ist gleichfalls durch die von Bradley im Jahr 1725 zuerst gemachte Entdeckung der Aberration oder Abirrung des Lichtes der Fixsterne (wovon in dem Abschnitt von den Fixsternen die nähere Erklärung folgt) die von der zusammengesetzten Bewegung der Erde in ihrer Bahn und der allmäligen Fortpflanzung der Lichtstralen der Himmelskörper hergeleitet wird, bestätigt oder vielmehr noch genauer berichtiget worden. Man hat sich durch diese Beobachtungen überzeugt, daß das Licht so viel Zeit gebraucht um eine Weite die dem Abstande der Sonne von uns gleich ist, zu durchschießen, als die Erde, um 20 Sec. im Bogen fortzurücken, wozu 8 Min. 7 Sec. (wie vorher gefunden) gehören. Nun sind 20 Sec. der 64800ste Theil vom Umkreis der Erdbahn, welcher wenn man 40 Millionen Meilen als ihren

Durchmeßer ansetzt und nach dem Verhältniß 113 : 355 (§. 264.) rechnet, auf 125 Millionen und 666000 Meilen steigt, von welchen der 64800ste Theil 1940⅞ Meilen ausmacht, welche die Erde in 8′ 7″ zurücklegt; das Licht läuft aber inzwischen 20 Millionen Meilen fort, und deßen Fortschwingung ist daher über 10300 mal schneller als der Lauf der Erde.

§. 409. Nächst der Geschwindigkeit des Lichtes ist von der Stärke deßelben in verschiedenen Entfernungen, folgendes zu merken: Die Stärke des Lichts nimmt ab, wie das Quadrat des Abstandes vom leuchtenden Körper zunimmt, dergestalt daß die Erleuchtung in einer doppelten Entfernung um 4mal; in einer dreyfachen 9; in einer vierfachen 16mal u. s. w. schwächer wird. Dies zeigt die 81ste Figur. Es sey in A die Flamme einer Kerze von welcher unter andern die Stralen AK, AL, AN, AM ausgehen. Gesetzt, diese Stralen begränzen das dem Lichte A zunächst stehende Viereck abcd, so werden sie in einer doppelten Entfernung das zweymal so hohe und breite Viereck BCED begränzen und demnach die zwischen ihnen liegenden über die 4mal größere Fläche deßelben sich ausbreiten; in der Entfernung 3 werden sie sich auf FGIH 9mal; und in der Entfernung 4 über KLNM 16mal mehr als auf abdc ausbreiten, weil die letztere Fläche 16mal die von abdc in sich hält, und folglich um eine so viel schwächere Erleuchtung geben.

§. 410. Hiernach läßt sich eine Vergleichung der Stärke des Sonnenlichtes auf den Planeten nach

nach ihren verschiedenen Abständen anstellen: Nach §. 379 verhält sich der Abstand der Erde von der Sonne zum Abstande

des ☿ wie 10 : 4	und folglich die Erleuchtung der Sonne auf ihrer Oberfläche, wie:	$4^2 : 10^2 = 16 : 100 = 1 : 6$
der ♀ = 10 : 7		$7^2 : 10^2 = 49 : 100 = 1 : 2$
des ♂ = 10 : 15		$15^2 : 10^2 = 225 : 100 = 1 : \frac{1}{2}$
des ♃ = 10 : 52		$52^2 : 10^2 = 2704 : 100 = 1 : \frac{1}{25}$
des ♄ = 10 : 95		$95^2 : 10^2 = 9025 : 100 = 1 : \frac{1}{100}$

Demnach ist das Licht der Sonne auf dem ☿ 6, und auf der ♀ 2mal stärker; hingegen auf dem ♂ um die Hälfte, auf dem ♃ 25, und auf den ♄ 100mal schwächer als auf der Erde. Daher ist die merklich unterschiedene Lichtstärke womit die Planeten am Himmel glänzen zum Theil aus ihrer Entfernung von der Sonne zu beurtheilen, wie wol auch sehr vieles auf die Beschaffenheit der Theile ihrer Oberfläche ankömmt, welche das Sonnenlicht mehr oder weniger lebhaft zurückwerfen und daher ist z. B. Mars ein dunklerer Stern als Jupiter. Unterdeßen befremdet es vielleicht manchen, daß Saturn, ohnerachtet seiner 200 mal schwächern Erleuchtung als Venus oder 4mal geringern als Jupiter gleichwol noch als ein ziemlich heller Stern erscheint, es wird aber die Ursache hievon aus dem was gleich folgt begreiflich werden.

§. 411. Die Naturforscher haben viele Versuche angestellt die Stärke des erscheinenden Sonnen- oder des gemeinen Tageslichtes mit dem Lichte zu vergleichen, daß uns die Planeten zuschicken. Am merkwürdigsten möchte wol das Verhältniß des Mondenlichtes wenn der Mond voll ist gegen dem Tages-

lichte seyn. Sehr wenige werden es glauben daß 90000 Vollmonde mit ihrem vereinigten Lichte es nur bey uns so helle als die Sonne oder das gewöhnliche Licht des Tages machen würden. Der Beweiß hievon ist kürzlich dieser: Wenn man den Mond bey hellem Tage am Himmel zu der Zeit da er drey viertel oder mehr erleuchtet ist, sieht, so erscheint er nicht viel heller als ein mit ihm gleich großes Wölkchen welches das Sonnenlicht lebhaft zurückwirft; deswegen kann auch der Mond bey Nacht nicht mehr Licht haben als diese Wolke wenn sie ihren von der Sonne erborgten Schein wie der Mond behielte. Nun nimmt aber der Mond ohngefehr den 90000sten Theil von der sichtbaren Halbkugel des Himmels ein, und daher muß sein Licht auch um eben so viel schwächer seyn, als die Klarheit welche uns die Sonne oder das durch ihre Stralen erleuchtete und mit Wolken bedeckte Gewölbe des Himmels, (das ordentliche Tageslicht) zuschickt.

§. 412. Wir würden unterdeßen diesen erstaunlichen Unterschied des Sonnen- und Mondenlichtes eher empfinden und beurtheilen können, wenn die Eröffnung der Pupille unsers Auges bey allen Graden der Stärke des Lichtes gleich groß bliebe. So aber lehrt die Erfahrung, daß diese Oeffnung sich bey einem schwachen Lichte sehr merklich erweitert, und wir daher die bey demselben sichtbaren Gegenstände stärker erleuchtet sehen, weil davon mehrere Stralen ins Auge kommen können, als ohne diese weise Einrichtung des Schöpfers geschehen

hen würde. Gesetzt nun die runde Oeffnung des Auges erweiterte sich zur Nachtzeit beym vollen Mondenlichte um 9mal (oder ihr Durchmeßer etwa 3mal) so würden daher die vom Vollmond erleuchtete Gegenstände des Nachts nur um etwa 10000 mal matter erscheinen als eben dieselben bey gleicher Höhe der Sonne am Tage. Hieraus folgt, daß das Vermögen des Auges, Gegenstände die vom Lichte in einer sehr verschiedenen Stärke beschienen werden, dennoch in ziemlicher Klarheit zu sehen, sehr weite Gränzen hat, welches auf den erscheinenden Glanz der Planeten anzuwenden ist.

Vom Merkur.

§. 413.

Merkur beschreibt zunächst um die Sonne seine Bahn in 88 Tagen in einer Entfernung von etwa 9400 Halbmeßern der Erde* (jeden zu $859\frac{1}{2}$ deutsche Meilen gerechnet). Er ist der kleinste Planet, und wird von unserer Erdkugel an Größe 14mal übertroffen. Wegen seiner Nähe bey der Sonne wird er von uns nur zuweilen nahe am Abend oder Morgenhorizont in der Dämmerung gesehen, es hält daher schwer auf seiner Oberfläche dunkle Flecken durch Ferngläser zu entdecken, aus deren Fortrückung sich auf seine Umdrehungszeit schließen ließe, welche folglich unbekannt ist.

Anmerk. Wie der wahre Abstand der Planeten von der Sonne und Erde imgleichen ihre wahre Größe gefunden worden wird im folgenden gezeigt. Eine Vergleichung der Stärke des Sonnenlichtes auf einen jeden kommt bereits §. 410 vor.

§. 414. Er erscheint uns als ein kleiner Stern mit einem weißlichen lebhaft glänzenden Lichte. Sein scheinbarer Durchmeßer trägt in seiner nächsten Entfernung von uns 13 Secunden, in seiner größten kaum 5 Sec. aus. Daher und wegen seines starken Glanzes wird die Abwechselung seiner Lichtgestalten (§. 374.) nur durch große und besonders dazu eingerichtete Fernröhre bemerkt. Merkur ist in seiner untern Zusammenkunft mit der Sonne 14800, in seiner obern Zusammenkunft mit derselben aber 33600 Erdhalbmeßer von uns entfernt.

Von der Venus.

§. 415.

In einem größern Abstande als Merkur, nemlich in einer Weite von 17500 Halbmeßern der Erde, wälzt sich Venus in 224 Tagen um die Sonne. Sie kommt nach den neuesten Untersuchungen der Erde bis auf $\frac{1}{10}$tel in der Größe nahe. Durch große Fernröhre fand Caßini Ao. 1666 wiewol wegen ihrer Lichtstärke und der Unvollkommenheit seiner Gläser, mit vieler Mühe Flecke auf ihrer Oberfläche, aus deren veränderlichen Stellung er auf eine Umwälzung ihrer Kugel die 23 Stund. 20 Min. dauern muß, schloß. De la Hire sahe Ao. 1700 durch ein großes Fernrohr in der Venus höhere Berge als im Mond. Bianchini entdeckte bey seinen im Jahr 1726 angestellten sorgfältigen Beobachtungen verschiedene Flecke auf der Venuskugel, nach welchen

er

er ihre Umwälzungszeit auf 24 Tage 8 St. setzte, wie wol die Astronomen fast durchaus glauben daß Caßini mehr Recht habe. (Das 5te Blatt der Doppelmayerschen Himmelscharten bildet die von Caßini und Bianchini gesehene Flecke auf der Venus ab.) Einige Astronomen wollen auch einen Mond oder Trabanten bey der Venus gesehen haben. Fontana sahe zuerst Ao. 1645; nachher 1672 und 1686 Caßini auf einige Augenblicke, und Short Ao. 1740 etwas dergleichen in der Nachbarschaft der Venus. Im Jahr 1761 wurde er im May vier Abende nach einander von Montaigne; Ao. 1764 eben so oft nemlich den 3. 4. 10. und 11ten März von Rödkier und Horrebow und den 15. 28. und 29sten März von Montbarron gesehen. Als Venus Ao. 1761 den 6ten Junii; 1769 den 3ten Junii vor der Sonnenscheibe vorüber und in diesem 1777sten Jahre den 1ten Junii der Sonne nahe vorbey ging, war die Möglichkeit und die Erwartung da, den Trabanten vor der Sonne zu sehen, er hat sich aber allen Astronomen die besonders darnach suchten nicht gezeigt. Sein Daseyn ist also noch zweifelhaft, oder wenigstens kommt er uns nur sehr selten zu Gesicht, über welche sonderbare Sache verschiedene Erklärungen gemacht worden sind. Eine Atmosphäre haben einige Astronomen bey den Durchgängen der Venus vor der Sonne, um dieselbe gesehen.

§. 416. Die Venus ist der schönste Stern am Himmel und erscheint, wenn sie uns nahe kömmt mit einem vorzüglich lebhaften Glanze, so daß die

Kör-

Körper auf der Erde bey hinlänglicher Dunkelheit von ihrem Schein einen Schatten werfen. Sie heißt schon seit dem Alterthum in der eigentlichsten Bedeutung: Morgen- oder Abendstern, nachdem sie entweder des Morgens vor der Sonne aufgeht oder ihr des Abends nachfolgt. Wenn die Venus ihre größte Entfernung von der Erde hat und jenseits der Sonne mit derselben in ☌ steht, so ist ihr scheinbarer Durchmeßer nur 9 Secunden. Sie hat aber alsdann volles Licht (§. 374). Je weiter sie sich nachher von der Sonne nach Morgen entfernt und als Abendstern nach Sonnenuntergang sichtbar wird, je mehr nähert sie sich der Erde. Ohngefehr 48° von der Sonne hat sie ihren größten Abstand erreicht und ist nur halb erleuchtet, welches schon mittelmäßige Fernröhre zeigen. Wenn sich Venus hierauf der Sonne wieder bis auf 40° genähert, so hat sie ihr stärkstes Licht, und obgleich ihr Durchmeßer alsdann nur 39″ austrägt und kaum um den vierten Theil erleuchtet ist, so übertrift doch ihr Glanz alle übrige Sterne. Sie erscheint nachher noch mehr sichelähnlich erleuchtet und geht wieder zur Sonne, wo sie der Erde am nächsten steht und 61″ im scheinbaren Durchmeßer hat. Nachher wird Venus als Morgenstern vor Sonnen Aufgang sichtbar, und zeigt sich sichelähnlich mit zunehmender Lichtgestalt; 40° von der Sonne gegen Abend glänzt sie abermal am lebhaftesten, bis höchstens 48° entfernt sie sich von derselben, und ist alsdann halb erleuchtet; von da entfernt sich Venus immer weiter von uns, wird daher im schein-

scheinbaren Durchmeßer kleiner, so wie sie sich wieder der Sonne nähert.* Venus zeigt sich die mehreste Zeit, ausgenommen bald vor und nach ihrer obern Zusammenkunft mit der Sonne, mit bloßen Augen bey Tage am Himmel. Um die Zeit ihrer obern Zusammenkunft mit der Sonne steht sie 41800 Erdhalbmeßer von uns; dahingegen ihr Abstand zur Zeit ihrer untern Zusammenkunft mit derselben nur 6700 austrägt.

Anmerk. Das 4te Kupfer in meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, stellt die verschiedenen Lichtgestalten der Venus während ihren synodischen oder von der Erde betrachteten Umlauf um die Sonne, und ihre scheinbare zu- und abnehmende Größe deutlich vor, imgleichen kommt in diesem Buch auf der 357 u. folg. Seite eine Anweisung vor, die jedesmalige Lichtgestalt der Venus leicht zu finden.

Von der Erde.

§. 417.

Der dritte Planet von der Sonne ist der, den wir bewohnen, welcher in einer Entfernung von 24000 seiner Halbmeßer in 365 Tagen 6 Stunden um die Sonne läuft. Die Umdrehung der Erdkugel, ihre etwas eingedrückte Gestalt und Größe; schiefe Lage ihrer Axe gegen ihre etwas elliptische Laufbahn; verschiedene daher entstehende Stellungen der Theile ihrer Oberfläche gegen die Sonne; Beschaffenheit ihrer Atmosphäre und Erscheinungen in derselben ꝛc. kann schon hinlänglich aus den vorigen Abschnitten bekannt seyn. Die Größe der Erdkugel und vornemlich ihr halber Durchmeßer

meßer ist die Meßruthe, mit welchen der Astronom die Größe und Entfernungen der übrigen Planeten im Sonnensystem ausmißt.

Vom Mond der Erde.

§. 418.

Der beständige Begleiter der Erde auf ihrer jährlichen Reise um die Sonne, der Mond läuft zunächst um die Erde von Abend gegen Morgen in einer Entfernung von etwa 58 ihrer Halbmeßer in 27 Tagen 8 Stunden und ist 50mal kleiner als sein Hauptplanet die Erde. Von dem Unterschied seines periodischen und synodischen Umlaufs, imgleichen von seinen abwechselnden Lichtgestalten nach seinen verschiedenen Stellungen und Entfernungen von der Sonne im Thierkreise ꝛc. ist schon oben §. 368 und 369 geredet worden.

Anmerk. Die Größe des erleuchteten Theils im Monde richtet sich nach den Sinus versus vom Bogen seines Abstandes von der Sonne. Die tägliche Bewegung des Mondes ist etwa 13° und hiernach zeigt die 82ste Fig. wie viel die Mondscheibe an einem jeden Tage vom Neuen bis Vollen Lichte an Erleuchtung zu; und vom Vollen bis Neuen Lichte wieder abnimmt. Z. B. 4 Tage nach den Neumond ist er ohngefehr $4 \times 13 = 52°$ von der Sonne, und so groß ist der Winkel 4co, deßen Sinus versus no (nemlich was der Cosinus cn vom Radius co übrig läßt) die Breite des erleuchteten Theils angiebt, den Halbmeßer co = 1000 Theile gerechnet. Im ersten Viertel 7 Tage nach dem Neumond ist diese Breite dem Halbmeßer co gleich und nachher wird selbige gefunden wenn man vom doppelten Radius den Sinus versus des Abstandes des Mondes von der Sonne abzieht. Als 9 Tage nach den Neumond

Mond ist die Breite $or = 2 \times co - 14r$ denn $14r$ ist der Sinus versus des Winkels von $9 \times 13 = 107°$ oder des Winkels von $73°$ (§.25). Der Kreis welcher jedesmal die erleuchtete und dunkle Halbkugel des Mondes trennt, zeigt sich uns in den Vierteln als eine gerade Linie 7.7. da er senkrecht gegen unser Auge; in allen übrigen Stellungen aber als eine Ellipse, weil er eine schiefe Lage gegen uns hat, wie 7 n 7 für 4 Tage nach dem Neumond. Nur im vollen Lichte liegt er im Rande des Mondes weil wir alsdann senkrecht auf seine Fläche sehen.

§. 419. Die Bahn des Mondes ist nicht kreisförmig sondern elliptisch gestaltet, so daß die Erde in dem einen Brennpunct derselben liegt. Der Punct in welchen der Mond seine größte Entfernung von der Erde erreicht hat, heißt Apogäum (Erdferne), und der, in welchen er am nächsten bey uns ist Perigäum (Erdnähe). In jenem ist sein mittlerer scheinbarer Durchmeßer 29′ 32″ und seine horizontale Parallaxe 54′ 13″, in diesem aber ersterer 32′ 58″ und letztere 60′ 29″. Diese beyden Puncte bewegen sich jährlich 41° von Abend gegen Morgen, und kommen folglich in weniger als 9 Jahren durch den ganzen Thierkreis herum. Dann neigt sich auch die Mondbahn unter einen Winkel von etwa $5\frac{1}{4}°$ gegen die Fläche der Ecliptik und durchschneidet selbige daher, eben so wie die Planetenbahnen (§. 382.) in zween entgegengesetzten Puncten. In diesen sogenannten Knoten der Mondbahn hat der Mond keine Breite; 90° vom ☊ gegen Morgen aber wegen der obigen bemerkten Neigung, seine größte nordliche und 90° vom ☋ seine größte südliche Breite von $5\frac{1}{4}°$. Die Knoten sind eben so wenig als obige zween Puncte der Erdnähe

und Erdferne beständig gegen einen und denselben Punct der Sonnenbahn gerichtet, sondern bewegen sich jährlich um 19° zurück, oder von Morgen gegen Abend, und kommen daher nach 19 Jahren durch alle 12 Zeichen des Thierkreises. Aus diesen Ursachen ist die Lage der Bahn des Mondes gegen die Erde oder gegen die Fläche ihrer Bahn einer beständigen Veränderung unterworfen, und die geschwindere oder langsamere Fortrückung des Mondes, imgleichen sein Durchgang durch die Sonnenbahn wird daher immer in andern Gegenden des Thierkreises beobachtet. Die Wiederkehr des Mondes zu seinem Apogäo oder Perigäo heist ein Anomalistischer Monat und dauert 27 Tage 13 Stund. 18′ 35″, und zu einem seiner Knoten, ein Draconitischer, deßen Dauer 27 Tage 5 Stunden 6′ 56″ ist.

Anmerk. Der Lauf des Mondes erscheint uns übrigens theils wegen der vorhin bemerkten Verrückung seiner Bahn und dann auch wegen der auf ihn gemeinschaftlich wirkenden Anziehungskraft der Erde und Sonne, die bey seiner Nähe leicht merklich wird, sehr ungleich, so daß deßen Berechnung den Astronomen schon lange viel zu schaffen gemacht hat. Die besten und genauesten Mondtafeln hat uns endlich vor 20 Jahren der seel. Tobias Mayer in Göttingen geliefert, wovon nunmehr eine deutsche Ausgabe in der vollständigen Sammlung astronomischer Tafeln, welche die hiesige Königl. Akademie 1776 in drey Octavbänden herausgegeben, zu finden ist.

§. 420. Schon mit bloßen Augen zeigen sich auf der Oberfläche dieses uns am nächsten stehenden Himmelskörpers helle und dunklere Theile. Und bereits durch mittelmäßige Fernröhre stellt er sich über-

überall mit vielen Ungleichheiten, Flecken und großen Vertiefungen dar. Die größten dunkeln Flecke scheinen Ebenen zu seyn, die das Sonnenlicht nicht so lebhaft als der übrige Theil des Mondes zurückwerfen, wie wol sich auch darin Streifen und hie und da Vertiefungen zeigen. Eben deswegen können diese wol nicht Meere seyn, wie man sonst durchgehends glaubte. Viele in den hellern Theilen zerstreuete einzelne Flecken erscheinen als runde Gruben mit einem dunkeln oder hellen Grunde und sind auch oft mit einem Walle eingefaßt. Zur Zeit des vollen Lichtes wird die uns sichtbare Halbkugel des Mondes von den Sonnenstralen senkrecht; im zu und abnehmenden Lichte aber unter schiefen Winkeln erleuchtet, daher verschwinden im ersten Stande alle Schatten welche sich von den Erhöhungen oder Bergen der Sonne gerade gegen über oder innerhalb den Gruben an der der Sonne zugewendeten Seite in allen übrigen Stellungen des Mondes zeigen, folglich sind um die Zeit der Vierteln noch mehrere Flecke im Monde sichtbar und bis auf diese monatliche Veränderungen sind die Mondflecke beständig. Aus den ansehnlichen Höhen und Vertiefungen der Mondoberfläche laßen sich alle Ungleichheiten und die häufig vom hellen abgerißenen erleuchteten Stellen, welche sich im zu- und abnehmenden Mond an der Gränzlinie des erleuchteten Theils zeigen, leicht erklären.

§. 421. Den vornehmsten Mondflecken haben die Astronomen ohnlängst gewiße Namen beygelegt, ihre Lage gegen einander und Lichtschattirungen aus

vielen Beobachtungen bestimmt und so die Gestalt der ganzen uns jederzeit sichtbaren Seite des Mondes verzeichnet. Hevel in Danzig hat besonders den Mond in dieser Absicht fleißig beobachtet und im Jahr 1647 ein ganzes Werk darüber herausgegeben welches er Selenographie nennt, und noch immer die besten Charten vom Monde enthält. Es kommen auch darinn viele Abbildungen des Mondes im zu- und abnehmenden Lichte vor. Hevel gab den Mondflecken Benennungen von Ländern, Meeren und Bergen der Erde; Ricciolus aber legte ihnen nachher Namen der berühmtesten Astronomen und Naturforscher bey. Dieser letztern Methode folgen (vielleicht Kürze halber) anjetzt fast alle Astronomen. Das 11te Blatt der Doppelmayerschen Himmelscharten bildet den Mond nach Hevel und Ricciolus ab. Jene stellt eigentlich vor, wie die Flecken im Vollmond, und diese wie sie im zu- und abnehmenden Lichte sich zeigen. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels bildet das Kupfer Tab. V den Mond im vollen Lichte vier Tage nach dem Neumond und im ersten Viertel ab, auf der 613 Seite kommen die Namen der vornehmsten Flecken nach dem Ricciolus vor.

§. 422. Der Mond wendet beständig ein und dieselbe Halbkugel gegen die Erde, und scheint nur periodisch etwas hin und her zu schwanken, so daß wechselsweise die Flecken mitten auf den Mond gemeinschaftlich nach der einen oder andern Seite rücken, an dem einen Rande Flecken zum Vorschein kommen und die gegenüber stehenden an dem andern

dern Rande verschwinden, welches bereits Galliläus der erste Mondbeobachter durch Fernröhre bemerkte. Diese Schwankung der Mondkugel heißt Libration. Die Astronomen haben aus diesen Erscheinungen durch häufige Beobachtungen gefunden, daß der Mond sich wirklich um seine Axe wälzt und zwar innerhalb 27 Tagen in welchen er seinen Umlauf um die Erde vollführt, und daher der Erde immer nur ein und dieselbe Seite zuwenden muß, welches sich schon daraus abnehmen läßt, daß im Vollmond die uns sichtbare; im Neumond aber die uns unsichtbare Halbkugel gegen die Sonne gekehrt ist, wie bereits die 72 Figur zeigt. Ferner daß deßen Axe mit der Fläche der Ecliptik einen unveränderlichen Winkel von 88° 31′ macht, daß aber die Neigung derselben mit der Fläche seiner eigenen Bahn bis auf $83\frac{1}{4}°$ gehen kann und veränderlich ist indem sich diese Fläche selbst verrückt, daß endlich die Puncte in welchen der Mondäquator die Fläche der Ecliptik berührt mit dem mittlern Ort der Mondknoten übereinkommen. Hieraus, daß nemlich der Mond in seiner Bahn ungleich fortläuft und daß seine Axe sich gegen die Fläche der Ecliptik und der Mondbahn neigt, und aus der Bewegung der letztern, folgt eine Libration sowol in der Länge als Breite, welches die 82 und 83 Figur deutlich machen.

§. 423. In Figur 83 ist AcPd die elliptische Bahn des Mondes (welche aber hier zu mehrerer Deutlichkeit viel länglichter als sie in der Natur ist, vorgestellt wird) in deren einen Brennpunct E die

Erde liegt, und deren andern Brennpunct F die Mondkugel nach der Theorie beständig und genau ein und eben dieselbe Seite zuwendet, inzwischen da sie sich während einen jeden Umlauf einmal um ihre Axe wälzt. Es sey n ein Mondfleck mitten auf der Mondscheibe von F aus gesehen. Steht also der Mond in A oder seiner Erdferne, so ist auch n von der Erde aus gesehen mitten auf den Mond. Kommt der Mond in b und hat sich folglich in Ansehung des Puncts F um den 4ten Theil herumgewälzt, so ist o sein Mittelpunct von E aus betrachtet, und der Fleck n scheint sich von demselben gegen Abend am weitesten entfernt zu haben. In c kommt n dem Mittelpunct wieder etwas näher, und fällt in P wenn der Mond in seiner Erdnähe ist wieder mit demselben zusammen. In d ist n von o nach Osten entfernt, welches in e am merklichsten ist, und in A zeigt er sich wieder im Mittelpunct. Die Weite o n kann bis auf 8° gehen und heißt die Schwankung in der Länge nach welcher z. B. das Mare Crisium im Mond von e nach A bis b sich dem westlichen Mondrande nähert, in dem übrigen Theil der Bahn aber weiter im Mond herein kommt, oder sich vom westlichen Rande entfernet.

§. 424. Die Ursache der Schwankung des Mondes in der Breite und ihre Wirkung zeigt die 84 Figur. Es sey in T die Erde; TE liege in der Fläche der Ecliptik; auf mT welche mit ET den Winkel mTE = $1\frac{1}{2}^\circ$ macht steht die Axe des Mondes ps senkrecht oder mT läuft mit deßen Aequator

ae

ae parallel. Hat nun der Mond seine größte nordliche Breite gegen $5\frac{1}{4}^{\circ} = BTE$ in B erreicht, so ist c der Mittelpunct deßelben und ein im Aequator a stehender Fleck wird nordwärts von diesem Punct erscheinen, und zwar um $ae = 5\frac{1}{4}^{\circ} - 1\frac{1}{2}^{\circ} = 3\frac{3}{4}^{\circ}$; hingegen 14 Tage nachher hat der Mond in C seine größte südliche Breite von $5\frac{1}{4}^{\circ} = ETC$, wo c der Mittelpunct des Mondes aus T betrachtet ist und der Fleck a um $5\frac{1}{4}^{\circ} + 1\frac{1}{2}^{\circ} = 6\frac{3}{4}^{\circ}$ nordwärts übern Mittelpunct erscheint. Hiernach muß also z. B. der Fleck Tycho bey nordlicher Breite des Mondes sich vom südlichen Mondrande weiter entfernen; bey südlicher Breite deßelben aber sich diesem Rande nähern. Die größte mögliche Schwankung des Mondes in der Länge geht bis auf 8° (§. 423) und die in der Breite bis auf $6\frac{3}{4}^{\circ}$, und beyde zusammen genommen verursachen demnach daß sich die Mondflecke über 10° gemeinschaftlich verrücken, welches bey denen die für uns mitten auf den Monde stehen am merklichsten wird, weil da die Grade des Aequators und der Meridiane auf der Mondkugel aus leicht zu zeigenden Gründen am größten in die Augen fallen. Es ist noch eine Schwankung der Mondskugel zu merken, welche bey seinem täglichen Umlauf von der Parallaxe entsteht, und mit dieser eine gleiche Größe hat. Wenn der Mond z. B. auf oder untergeht, scheinen alle Flecke im Mond um aufs höchste 61 Min. im Bogen vom Umkreise des Mondes tiefer zu stehen, welches aber vornemlich an den Rändern, unmerklich ist.

Anmerk. In den Berliner Ephemeriden kommt eine Mondcharte vor, welche die Lage der Meridiane, des Aequators und seiner Parallelen auf der Mondkugel für die Zeit der mittlern Libration, das ist, wenn der Mond aus dem Mittelpunct der Erde gesehen im Apogäo oder Perigäo und zugleich im ☊ oder ☋ steht, abbildet, und hiernach sind alsdenn die Flecken nach ihrer selenographischen Länge und Breite verzeichnet. Dergleichen Mondcharte findet sich auch in Mayers nachgelaßenen Schriften 1sten Theil.

§. 425. Ueber die Ursachen warum der Mond der Erde beständig (bis auf die Kleinigkeit seiner Schwankung) ein und dieselbe Seite zuwendet und sich daher in jeden Umlauf einmal um seine Axe wälzt, giebt es verschiedene Erklärungen. Galiläus schrieb dieses einer natürlichen Beziehung oder geheimen Neigung der nach uns gekehrten Seite des Mondes gegen die Erde zu. Beßer erklärte man es nachher aus einer von der anziehenden Kraft der Erde bewirkten größern Schwere der disseitigen Halbkugel des Mondes. Endlich stellt sich Neuton und de la Grange die Mondkugel nach der Richtung gegen die Erde in einer etwas länglichten Gestalt vor, und daß dieselbe dadurch, ohngeachtet ihrer monatlichen Umwälzung, welche aus der Sonne betrachtet von Abend gegen Morgen geschieht in dieser Richtung gegen uns sich beständig erhalte.

§. 426. Die Höhen der Berge im Monde müßen bey einigen ansehnlich seyn, und in Vergleichung gegen die fast 4mal im Durchschnitt größere Erde die größten Berge derselben übertreffen. Hevel hat gefunden daß es Berge im Monde giebt deren Spitzen schon von der Sonne erleuchtet werden

den, wenn sie auch noch um den 13ten Theil vom Halbmeßer des Mondes von der im ersten oder letzten Viertel mitten übern Mond gehenden Gränzlinie des lichten und dunkeln Theils entfernt liegen, und daher $\frac{2}{3}$ deutsche Meilen senkrecht hoch seyn müßen. Es sey in Fig. 57. o der Mittelpunct des Mondes, bae ein Theil von deßen Oberfläche, ad ein Sonnenstral welcher die Oberfläche des Mondes in den Vierteln in a berührt und die Spitze des Berges d trift; ab die helle und ae die dunkle Seite des Mondes; ad ist nach den Beobachtungen $\frac{1}{13}$ von ao = 0,07692 dies ist eine Tangente von aod deren Secante od nach den Tafeln = 1,00295 wird hievon der Radius oa = 1,00000 abgezogen, so bleibt ed = $\frac{295}{100000}$ = $\frac{1}{338}$stel Theil von oe übrig. Nun ist der Halbmeßer des Mondes = $\frac{3}{11}$ Halbmeßer der Erde = 235 Meilen, demnach ed = $\frac{2}{3}$ deutsche Meilen.

§. 427. Ob der Mond eine Atmosphäre habe ist unter den Astronomien noch zweifelhaft. Einige wollen ihr Daseyn aus einem glänzenden Ring schließen der sich um den Mond bey totalen Sonnenfinsternißen gezeigt hat; ferner aus der Beobachtung daß die Planeten wenn sie vom Monde bedeckt werden kurz vor den Eintritt ihre runde Gestalt verlieren, und die Fixsterne bey ihrer Bedeckung eine Weile im Rande des Mondes sich verweilen, wie wol andere dieses nicht bemerken können. Hat der Mond eine Luft so muß sie von einer andern Beschaffenheit wie die unsrige seyn, denn es zeigen sich keine Wolken als von einem Ort zum andern rücken-

Flecken im Monde und die gewöhnlichen Flecken desselben erscheinen jederzeit gleich helle, wenn nicht Dünste in unserer Atmosphäre es verhindern. Die Mondluft müßte demnach ihre Durchsichtigkeit durch aufgestiegene Nebel und Wolken nie verlieren und daher auf diesen Weltkörper ein beständig heiterer Himmel sich zeigen. Vielleicht aber sind unsere besten Fernröhre nicht hinreichend uns die Mondwolken vorzustellen. Da auch ein jeder Punct der Mondoberfläche 14½ Tage beständig von der Sonne erleuchtet und vermuthlich auch erwärmet wird, so kann es seyn, daß die Wolken des Mondes dadurch zerstreuet und in der Nachtseite hinüber getrieben werden, wo bey einer gleichfalls 14 tägigen Abwesenheit der Sonne die kühle Nachtluft sie mehr verdickt und zusammenhält.

Vom Mars.

§. 428.

Hinter der Erde mit ihrem Monde und also in einem größern Abstande läuft Mars seine Bahn in einem Jahr und 322 Tagen um die Sonne. Er ist an 37000 Halbmeßer der Erde von der Sonne entfernt und seine Größe etwa 3⅓ mal geringer als die Größe der Erdkugel. Caßini beobachtete Ao. 1666 zuerst genauer als vorher, auf der Kugel des Mars dunkle Flecke aus welchen er fand, daß sich dieser Planet in 24 St. 40 Min. um seine Axe dreht, und daß diese auf der Fläche seiner Bahn fast senkrecht steht. Durch die von Maraldi Ao. 1704 ange-

gestellten Beobachtungen wurde diese Umdrehungs-
zeit bestätigt. Die Flecken des Mars sind übrigens
sehr groß, obwol nicht allemal deutlich begränzt
und verändern oft ihre Gestalt. (S. das 5te Blatt
der Doppelm. Charten).

§. 429. Mars erscheint uns die mehreste Zeit
nur als ein kleiner Stern, er macht sich aber be-
sonders an seinem feuerrothen Lichte sehr kenntlich
Er verändert seine scheinbare Größe sehr merklich,
denn wenn er uns bey der Sonne zu stehen scheint,
so ist er weit hinterhalb derselben und alsdann hat
er nur etwa 4 Secunden im scheinbaren Durchme-
ßer. Kommt er aber des Nachts um 12 Uhr in
Süden, und steht folglich der Sonne gerade gegen
über, so nimmt er 30 Sec. im Durchschnitt am
Himmel ein. Die Ursache hievon ist, weil er im
ersten Falle über 61000 im zweiten aber kaum
13000 Halbmeßer der Erde von uns entfernt ist.
Aus § 374 erhellet schon das Mars zuweilen, nem-
lich wenn wir ihn 90° von der Sonne sehen nicht
völlig rund erscheint, indem er uns einen Theil sei-
ner dunkeln Halbkugel zuwendet, wie wol er als-
dann nur die Gestalt wie der Mond 3 Tage vor
oder nach dem vollen Lichte hat. Von einem Tra-
banten des Mars ist bisher nichts bekannt gewor-
den; ob sich gleich wenigstens einer bey demselben
vermuthen läßt.

Vom Jupiter.

§. 430.

Weit jenseits der Marsbahn umläuft in einem Abstande von 126200 Halbmeßern der Erde, Jupiter seine Bahn in 11 Jahren und 313 Tagen um die Sonne. Dieser Planet ist der ansehnlichste unter allen und nach den neuesten Untersuchungen 1478 mal größer als die Erde. Er ist durch diese seine Größe, durch die Streifen welche sich durch Ferngläser auf seiner Oberfläche zeigen, durch seine schnelle Axendrehung und der abgeplatteten Gestalt seiner Kugel, endlich durch seine vier Monde, sehr merkwürdig.

§. 431. Die dunkeln und hellen Streifen, Banden, welche sich beständig, wie wol mit einigen Veränderungen auf dem Jupiter zeigen und mehrentheils parallel unter einander um seine Kugel herum gehen, wurden Ao. 1633 von Fontana und nachher von Hevel, Ricciolus, Grimaldus, Caßini rc. fleißig beobachtet. Ao. 1664 fand Campani 4 dunkle und 2 helle Streifen im Jupiter. Ao. 1691 sahe man 7 oder 8 öfters sind wenigere zu unterscheiden, durch ein gemeines Fernrohr von 14 Fuß sind diese Streifen gut zu erkennen. Es zeigen sich auch dunkle Flecken auf diesen Planeten, aus deren Verrückung Caßini die Dauer der Umwälzung der großen Jupiterskugel 9 St. 56 Min. fand; und eben dieses brachte Maraldi aus seinen Beobachtungen vom Jahr 1713 heraus. Die Neigung der Axe soll gegen die Fläche der Laufbahn des

des Jupiters etwa 87° austragen. Caßini fand auch noch vor Ao. 1666 zuerst daß dieser Planet eine abgeplattete Figur habe, welches auch nachher andere bemerkten und bereits schon durch ein 14füßiges Fernrohr erkennen läßt. Man hat endlich durch genaue Ausmeßungen das Verhältniß der Länge seiner Axe zum Durchmeßer des Aequators wie 13 zu 14 gefunden, oder daß die Kugel des Jupiters gegen ihre Pole um $\frac{1}{14}$tel eingedrückt sey.

§. 432. Der Jupiter zeigt sich von der Erde aus betrachtet allemal als ein schöner mit einem gelblichen Lichte scheinender Stern. Von einer Lichtabwechselung ist nichts an ihm zu bemerken, weil er in Ansehung der Erde zu weit von der Sonne steht, als daß er gegen uns einen Theil seiner dunkeln Seite wenden könnte, und hat daher beständig volles Licht. Wenn Jupiter bey der Sonne erscheint, so ist er weit jenseits derselben, in einer Entfernung von mehr als 150000 Halbmeßern der Erde von uns, wo sein scheinbarer Durchmeßer 30 Secunden austrägt. Steht er aber der Sonne gerade gegen über und kommt um Mitternacht in Süden, so ist er 49 Secunden groß und in dieser seiner größten Nähe 102000 Erdhalbmeßer entfernt.

Von den vier Trabanten oder Monden des Jupiters.

§. 433.

Diese Jupitersmonde sind Neben-Planeten, welche den Jupiter auf seiner zwölfjährigen Reise

um

um die Sonne begleiten, und inzwischen nach ihren größern oder kleinern Abständen in verschiedenen Zeiten um ihren Hauptplaneten von Abend gegen Morgen herumlaufen. Sie wurden zuerst im Jahr 1610 den 7 Jan. von Galiläus bald nach Erfindung der Fernröhre entdeckt, und Marius wollte dieselben bereits im Nov. des vorhergehenden Jahres gesehen haben, welcher auch zuerst wie wol sehr mangelhafte Tafeln ihres Laufs herausgab. Sie sind bereits durch mittelmäßige Fernröhre von 2 bis 3 Fuß sichtbar. Durch zwölffüßige gemeine Fernröhre oder diesen an Wirkung gleich kommenden Teleskopen und achromatischen Fernröhren aber wodurch sie deutlicher in die Augen fallen, sind schon ihre Verfinsterungen sehr gut zu beobachten, und da diese wie die Astronomen bald einsahen zur Erfindung der geographischen Länge und Breite der Oerter auf der Erdoberfläche, auf eine nähere Art wie bey unsern eigenen Mond dienen können, so haben verschiedene und besonders Caßini und Wargentin keine Mühe gespart die Theorie des Laufes der Jupiterstrabanten immer mehr zu berichtigen und die neuesten Tafeln des letztern nach welchen vornemlich die Verfinsterungen der Trabanten zu berechnen sind, werden anjetzt allgemein für die richtigsten gehalten.

§. 434. Der periodische Umlauf der Jupitersmonde, oder ihre Rückkehr zu einem und dem nemlichen Punct ihrer Bahn; imgleichen ihr synodischer Umlauf oder die Dauer von einer ☌ oder ☍ mit

mit der Sonne zur andern, aus dem Jupiter gesehen, ist nach den neuesten Beobachtungen gefunden.

	Periodischer Umlauf.	Synodischer Umlauf.
Für den Isten	1T. 18St. 27′ 33″	1T. 18St. 28′ 36″
= = IIten	3 13 13 42	3 13 17 54
= = IIIten	7 3 42 33	7 3 59 36
= = IVten	16 16 32 8	16 18 5 7

Aus dem Jupiter betrachtet ist daher die tägliche periodische Bewegung des Isten 6 Zeichen 23° 29′ 20″; des IIten 3 Z. 11° 22′ 29″; des IIIten 1 Z. 20° 19′ 3″; des IVten 0 Z. 21° 34′ 16″. Ferner trägt ihr Abstand vom Jupiter aus, 1) in Halbmeßern deßelben, welches ihr wirklicher und 2) im Bogen welches ihr größter scheinbarer Abstand von der Erde aus gesehen ist, und zwar zur Zeit der mittlern Entfernung des Jupiters von der Erde wenn deßen scheinbarer Durchmeßerauf $37\frac{1}{4}$ Sec. gerechnet wird.

	In Halbmeßern des ♃.	Im Bogen an der scheinbaren Himmelskugel.
I Trabant.	6, 0	1′ 51″
II = =	9, 5	2 57
III = =	15, 1	4 42
IV = =	26, 6	8 16

§. 435. Die 85ste Figur bildet Jupiter mit den Kreisen seiner vier Monde in gehörigen Verhältniße ab, wenn das Auge über die Fläche der letztern eine senkrechte Entfernung hat. Jupiter steht in der Mitte in H und wirft als eine dunkle Kugel

der

der Sonne die nach C hinaus gesetzt wird, gerade gegen über einen Schatten HE. Der Lauf der 4 Trabanten geht nach der Richtung wie die gezeichneten Pfeile zeigen. Sie erhalten ihr Licht wie Jupiter von der Sonne und werden daher wenn sie hinter ihm kommen oder in der obern ☌ mit der Sonne stehen, das von der Sonne geborgte Licht in seinen Schatten verlieren und eine Verfinsterung leiden, in i in und in e wieder aus den Schatten treten. Dies sind alsdann Mondfinsterniße im Jupiter, die wegen des geschwinden Umlaufs der Trabanten daselbst sehr oft vorfallen, welches wir auf der Erde mit Fernröhre deutlich bemerken können. Gehen hingegen die Trabanten zur Zeit ihrer untern ☌ zwischen dem Jupiter und der Sonne hindurch, so können sie ihren Schatten auf der Oberfläche ihres Hauptplaneten werfen, wie die Figur für den 3ten Trabanten wenn er in n steht zeigt, und Sonnenfinsterniße auf dem Jupiter verursachen, welches sich auch zuweilen beobachten läßt, wobey die Schatten der Trabanten als dunkle runde Flecken über der Scheibe des Jupiters rücken.

§. 436. Wenn die Erde zur Zeit der ☌ oder ☍ des Jupiters mit der Sonne nach C hinaus Fig. 85 oder nach Fig. 80 in C oder D steht, so liegt der Schatten des Jupiters für uns gerade hinter ihm und man sieht einige Tage nach einander so wenig den Eintritt (Immersion) als den Austritt (Emersion) der Trabanten in und aus dem Schatten. Je weiter die Erde von C nach B rückt und Ju-

Jupiter in den Frühstunden sichtbar wird, je mehr ragt der Schatten an der rechten oder Westseite hervor. In B wenn Jupiter um 6 Uhr Morgens culminirt ist dies am merklichsten. Linien von der Sonne und Erde nach dem Jupiter formiren alsdann den Winkel CHB Fig. 85, welcher bis 11° austrägt und Jupiter wird von uns nach D am Himmel gesehen. Läuft die Erde von B bis D Fig. 80. so rückt der Schatten wieder nach und nach hintern Jupiter. Nach der ☍ in D kommt die Erde gegen A und der Schatten fängt an sich linker Hand oder ostwärts am Jupiter zu zeigen. In A wenn Jupiter um 6 Uhr Abends culminirt ist die Hervorragung deßelben am stärksten wir sehen ihn nach Fig. 85 nach der Richtung AHF, und der Winkel AHC welcher auch die Parallaxe der Erdbahn heißt ist abermal etwa 11 Grad. Läuft endlich die Erde von A nach C Fig. 80. so kömmt der Schatten wieder hinter dem Planeten. Aus der 85 Figur läßt sich nun beurtheilen, daß von der ☌ bis zur ☍ nur die Eintritte; von der ☍ bis zur ☌ aber nur die Austritte der Trabanten sichtbar sind, weil der übrige Theil des Schattens hintern Körper des Jupiters bleibt und im ersten Falle die Aus- in dem andern die Eintritte daselbst geschehen. Dies gilt wenigstens in allen Stellungen der Erde für den 1 und 2ten Trabanten. Von den 3ten und 4ten aber werden vornemlich, wenn die Erde in der Gegend bey B oder A kommt, so wol die Ein- als Austritte gesehen, und ob dies auch um C und D herum geschehen kann, hängt von der jedesmaligen

Lage der Kreise dieser Trabanten gegen die Fläche der Ecliptik und Jupitersbahn ab.

§. 437. Die Fläche der Bahn des Jupiters neigt sich mit der Fläche der Erdbahn unter einen kleinen Winkel von 1° 19′ (§. 384.) und mit der letztern macht die Fläche der Bahn des I. II. und III. Trabanten einen etwas verschiedentlichen Winkel von $3\frac{1}{3}°$; des IVten aber von $2\frac{1}{2}°$. Hieraus folgt daß die Fläche in welcher das System des Jupiters liegt, sich nur wenig gegen unser Auge neigt, und wir daher die Trabanten immer mit dem Jupiter zu beyden Seiten größtentheils in einer geraden Linie sehen auch daß ihr kreisförmiger Umlauf als eine dem Sinus ihrer zurückgelegten Bögen proportionale Annäherung und Abrückung vom Jupiter beobachtet wird (§. 36.), oder daß sie wenigstens nur sehr schmale Ellipsen um den Jupiter zu beschreiben scheinen müßen, deren Lage sich nach Fig. 86. für eine jede Zeit ergiebt, wenn man weiß, daß der ☊ der Bahnen im 14° ♒ und folglich der ☋ im 14° ♌ gefunden worden. In dieser Figur ist AB ein Theil der Bahn des Jupiters C in deßen Fläche das Auge nach der Richtung der Knotenlinie seiner Trabanten sich befindet, so daß der 14° ♌ jenseits; der 14° ♒ aber dißeits C liegt; nm wird alsdann der Durchschnitt der Fläche des 4ten und o r der drey übrigen Trabanten seyn. Hieraus folgt nun, daß die Trabanten wenn ♃ im 14° ♌ und ♒ steht, so wol vor als hinter ihm in geraden Linien durch seinen Mittelpunct rücken; wenn ♃ in 14° ♉ erscheint, am weitesten

offene

offene Ellipsen beschreiben, deren Hälfte hintern ♃ in Ansehung der Erde und Sonne nordlich über seinen Mittelpunct und vor dem ♃ Südlich unter denselben liegen, und daß wenn ♃ im 14° ♏ kommt, das Gegentheil statt findet. Die 87ste Figur zeigt noch, wie weit ein jeder Trabant zur Zeit da ♃ im 14° ♉ oder ♏ ist, nordlich oder südlich dem Mittelpunct des ♃ oder seines Schattens c vorbey gehen kann; da acb die Bahn des ♃ und 1. 1; 2. 2; ꝛc. der Weg der Trabanten ist, woraus folgt, daß der 4te alsdann den Schatten unverfinstert vorbey geht. Da unser Auge nicht genau in der Fläche der Jupitersbahn liegt, so werden dadurch die scheinbaren Ellipsen in welchen die Trabanten fortrücken, nach den verschiedenen Stellungen deßelben etwas enger oder weiter von uns beobachtet, welches aber nur wenig austrägt.

§. 438. Durch ein Modell vom System des Jupiters (Jovilabium) laßen sich die Stellungen der Trabanten von der Erde aus betrachtet, für eine jede Zeit leicht finden. Um ein solches Jovilabium zu verfertigen werden nach einem beliebigen Maaßstabe, den Halbmeßer des ♃ = 1 gerechnet, die Bahnen der Trabanten nach §. 434. auf Chartenblätter beschrieben und ausgeschnitten. Hierauf wird auf einem Brette mit einem beliebigen größern Halbmeßer als den vom 4ten Trabanten ein Kreis für die Ecliptik beschrieben und diese gehörig in Zeichen und Graden abgetheilt. Die Mittelpuncte obiger Scheiben von Chartenblätter werden vermittelst eines Stifts mit den Mittelpunct der Ecliptik vereinigt,

nigt, so daß sie sich um denselben umdrehen laßen und ihre Ränder hierauf nach den Jovicentrischen täglichen Bewegungen eines jeden Trabanten (§. 434.) abgetheilt, im Mittelpunct wird ♃ verzeichnet und über dem Stift noch zwey schmale Regeln, eine für die Gesichtslinie der Erde zum ♃ und die andere für die von der Sonne zum ♃ gehende Linie, welche hintern ♃ die Lage des Schattens bestimmt. Um nun die Stellung der Trabanten für eine gewiße Zeit zu finden wird ihre Länge aus dem Jupiter gesehen aus den Tafeln genommen, die sich unter andern in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln befinden, und ein jeder Trabant vermittelst einer der Regeln auf den gehörigen Ort seiner Bahn geschoben. Nachdem dies geschehen wird ohne Verrückung der Scheiben, die eine Regel nach dem heliocentrischen und die andere nachdem geocentrischen Ort des ♃ gerichtet, und das Jovilabium ist richtig gestellt.

§. 439. Gesetzt es stünde nun nach Figur 85 der 1ste Trabant in a, der 2te in b, der 3te in c und der 4te in d aus dem Jupiter betrachtet; CE sey die Regel für den Schatten und AHF die für eine von der Erde zum Jupiter gehende Gesichtslinie, so wird die senkrechte Entfernung der Trabanten von dieser letztern Linie gemeßen und vom Mittelpunct einer gehörig großen Scheibe die den Jupiter vorstellt auf eine oder die andere Seite getragen ihren Stand von der Erde aus gesehen richtig angeben. Nach der 85 Fig. würde der 4te, 1ste (beyde nahe zusammen) und 3te Trabant an der linken oder

Ost-

Ostseite, der 2te aber an der rechten oder Westseite des Jupiters erscheinen. Giebt man dabey noch Acht wie die Knotenlinie der Trabantenbahnen gegen AF oder CE liegt, so läßt sich beurtheilen ob die Trabanten unter oder über den Mittelpunct des Jupiters oder der Fläche seiner Bahn stehen. Auf diese Art ist in den Berliner Ephemeriden für eine gewiße Stunde einer jeden Nacht die Stellung der Trabanten verzeichnet, wovon die 88 Figur ein Beyspiel für den 3. 4. und 5ten Februar 1780 um 5 Uhr Morgens liefert, wie sie am Himmel erscheinen da nach O Osten und nach W Westen ist. Die Puncte zeigen die Trabanten zu folge der beygesetzten Zahlen an, diese letztern stehen zugleich auf der Seite nach welcher der Trabant hinrücken wird. Noch ist nach der 85 Fig. zu beurtheilen, daß die Trabanten wenn sie von uns an der Ostseite des Jupiters gesehen werden und sich ihm nähern, oder an der Westseite sich von ihm entfernen in der gegen die Erde liegenden Hälfte ihrer Bahnen laufen. Hingegen wenn sie sich an der Ostseite entfernen und an der Westseite nähern, in der obern Hälfte ihrer Bahnen sich aufhalten. Gesetzt auch der 3te Trabant stünde zugleich anstatt in c in n, so wäre die Möglichkeit da, wenn nemlich sein Abstand von der Jupitersbahn nicht zu groß ist, daß er seinen Schatten auf den Jupiter werfen könnte; allein von der Erde aus würde er doch zugleich neben dem Jupiter zur rechten oder nach m hinaus sich zeigen, und hieraus folgt, daß wenn der Schatten eines Trabanten auf dem Jupiter in der untern ☌ oder

wenn er zwischen ♃ und Sonne steht, fallen kann, dieser von der ☌ bis zur ☍ des ♃ mit der Sonne früher; von der ☍ aber bis zur ☌ später als der Trabant selbst von der Erde aus gesehen auf der Scheibe des ♃ beobachtet wird.

§. 440. Die Trabanten des Jupiters zeigen auch bey ansehnlichen Vergrößerungen in großen Fernröhren noch keinen so merklichen scheinbaren Durchmeßer daß derselbe mit einem dazu dienlichen Instrument auszumeßen wäre. Maraldi hat unterdeßen nach Beobachtungen der Vorübergänge der Trabanten vor der Jupitersscheibe zur Zeit ihrer untern ☌ gefunden, daß der 3te welcher der größte ist $\frac{1}{18}$; die drey übrigen aber $\frac{1}{20}$ vom Durchmeßer des Jupiters halten. Da nun Jupiter über 11mal größer im Durchschnitt als die Erdkugel ist, so folgt, daß der Durchmeßer der Trabanten etwa die Hälfte vom Durchmeßer der Erde haben und daß diese daher nur 8mal kleiner als die Erde seyn werden. Noch ist anzumerken, daß die Trabanten ohnerachtet sie immer gegen uns ihre ganz erleuchtete Seite wenden dennoch nicht allemal gleich helle erscheinen, auch daß ihre Schatten auf dem Jupiter zuweilen größer als sie selbst sich darstellen, woraus sich folgern läßt, daß diese Monde sich um ihre Axe drehen und auf ihrer Oberfläche mehr oder wenigere dunkle Flecke haben müßen, und daß sie nachdem der Erde eine hellere oder dunklere Seite zugekehrt ist, bald größer bald kleiner sich zeigen.

Vom Saturn.

§. 441.

Der entfernteste Planet von der Sonne den wir kennen, Saturn, umläuft in einem fast doppelten Abstande wie Jupiter von mehr als 231400 Halbmeßer der Erde seine weite Laufbahn um die Sonne, welche er erst in 29 Jahren und 157 Tagen vollendet. Er übertrift nach der besten Ausrechnung die Größe unserer Erdkugel 1030mal. Weil sich auf der Oberfläche des Saturns wegen der großen Entfernung deßelben von uns keine Flecken unterscheiden laßen, so ist die Umdrehungszeit seiner Kugel unbekannt, wie wol Huygen dieselbe aus andern Gründen auf 10 Stunden berechnet hat. Die fünf Monde welche beständig den Saturn begleiten und der um denselben frey schwebende Ring den kein anderer Planet hat, machen diesen Planeten sehr merkwürdig.

§. 442. Saturn erscheint uns Erdbewohnern als ein ziemlich kenntlicher mit einem bleich röthlichem Lichte scheinender Stern. Die Erdbahn ist gegen seine Laufbahn viel zu klein als daß er uns auch da wo ihre jährliche Parallaxe, nemlich wenn ♄ 90° von der Sonne erscheint, am größten ist, (diese letzte trägt nur etwa 5° aus) einen Theil seiner dunkeln Seite zuwenden könnte und seine Lichtabwechselung ist daher ganz unmerklich. Wenn Saturn um die Mitte der Nacht culminirt, so ist er uns am nächsten und zeigt sich etwas größer als wenn er nahe bey der Sonne steht. Im ersten

Falle ist sein scheinbarer Durchmeßer 21½ Secunden und seine Entfernung von der Erde 207000 Erdhalbmeßer, im andern aber sein scheinbarer Durchmeßer 15½ Sec. und seine Entfernung über 255000 Erdhalbmeßer.

Vom Ringe des Saturns.

§. 443.

Dies ist eine der merkwürdigsten Erscheinungen welche man mit Hülfe der Fernröhre am Himmel entdeckt hat. Gallilåus sahe Ao. 1612 zuerst etwas an beyden Seiten der Kugel des Saturns wie wol wegen seiner unvollkommenen Fernröhre undeutlich, woraus er diesen Planeten für dreyfach hielt, allein da er ihn nachher wieder völlig rund erblickte verfolgte er nicht weiter diese Beobachtung. Gaßendi kündigte 30 Jahr hernach abermal an, daß Saturn zuweilen zwey runde Körper bey sich habe, welche oft länglicht erschienen, sich auch von der Kugel des Planeten absonderten rc. Ueber alle diese Erscheinungen konnten die Astronomen im vorigen Jahrhundert keine richtige Erklärung geben, und selbst Hevel sahe durch seine Fernröhre nichts deutlichers von diesen Handhaben oder Aermen des Saturns, wie sie damals hießen, und setzte nur in einem hierüber Ao. 1656 herausgegebenen Werke sechs unterschiedene Gestalten derselben fest, ohne ihre Ursache zu bestimmen. Endlich kam Huygen und erklärte um das Jahr 1660 alle veränderliche Erscheinungen des Saturns daraus, daß ein ziemlich

lich breiter aber wenig dicker Ring in einem gewißen Abstande mitten um die Kugel des Saturns frey schwebe, welcher von allen Puncten seiner Oberfläche gleich weit entfernt sey, eine beständige parallele Richtung nach einer Gegend des Himmels hinaus habe, und daß dieser wie Saturn selbst von der Sonne erleuchtet werde, und folglich für sich kein Licht habe. Dieses haben alle Beobachtungen der neuern Astronomen bestätigt und genauer bestimmt.

§. 444. Der Durchmeßer des Ringes verhält sich zum Durchmeßer der Saturnskugel wie 7 : 3 woraus folgt, daß er zur Zeit der Erdnähe des Saturns 50 Sec.; zur Zeit der Erdferne deßelben aber 36 Sec. im scheinbaren größten Durchschnitt habe, und Saturn kann uns daher wenn er am besten zu Gesicht kömmt als ein etwas hellerer Stern erscheinen. Der Abstand des Ringes von der Kugel des Saturns ist ohngefehr der Breite deßselben gleich. Man sieht ihn schon durch gute mittelmäßige Fernröhre. Ein gemeines Fernrohr von etwa 12 Fuß oder ein gleich viel vergrößerndes Teleskop ꝛc. stellt ihm sehr deutlich in seiner mehrentheils elliptisch erscheinenden Gestalt dar. Man erblickt zuweilen den Saturn völlig rund und ohne Ring; einige Zeit nachher fängt er an sich als eine gerade Linie zu beyden Seiten deßelben zu zeigen, dann geht er offen und erscheint als ein Paar Handhaben welche nach $7\frac{1}{2}$ Jahren am weitesten offen sind und etwa die Kugel des Saturns einfaßen. Von da werden sie wieder enger und

14 bis 15 Jahr nach der ersten Erscheinung ist Saturn abermal ohne Ring zu sehen. Nach Verfließung von $7\frac{1}{2}$ Jahren ist er wieder am weitesten offen folglich am besten zu sehen, und nachher wird er wieder gegen das Ende des 30jährigen Umlaufs des Saturns als eine gerade Linie gesehen.

§. 445. Daß der Ring ein dunkler und fester Körper sey der von der Sonne erleuchtet wird, wird durch einen Schatten erwiesen der sich zuweilen auf der Kugel seines Planeten zeigt. Er wirft auch daher das erborgte Sonnenlicht auf den Saturn zurück. Seine Fläche neigt sich unter einem beständigen Winkel von etwa $31\frac{1}{2}°$ mit der Fläche der Ecliptik, er wird daher immer nur schief von der Sonne erleuchtet und kann auch uns daher nicht anders als eine Ellipse erscheinen. Die Fläche des Ringes behält, wie die bisherigen Beobachtungen geben, eine unter sich parallele Lage durch die ganze Laufbahn des Saturns; woraus folgt, daß dieselbe erweitert während einem 30jährigen Umlauf des Saturns, zweymal durch die Sonne gehen muß, wo alsdann der Ring nur der Dicke nach erleuchtet wird, welche aber zu geringe ist, als daß wir selbige noch bemerken könnten und der Ring unsichtbar wird, oder kurz vor und nachher als eine gerade Linie erscheint. Diese zween Puncte in welchen die Fläche des Ringes die Fläche der Ecliptik durchschneidet kann man die Knoten des Ringes nennen. In allen übrigen Stellungen des Saturns wird entweder die obere oder untere Fläche des Ringes unter einen schiefen Winkel von der

Son-

Sonne erleuchtet welcher 90° von den Knoten am größten nemlich von $31\frac{1}{2}$° ist und uns den Ring am weitesten offen sehen läßt. Durch den Mittelpunct des Saturns oder des Ringes kann man sich eine Axe senkrecht auf des letztern Fläche vorstellen, welche am Himmel hinaus verlängert die Pole des Ringes bezeichnet. Der Nordpol fällt nach den Beobachtungen aus der Sonne betrachtet gegen den 17° ♊ und $58\frac{1}{2}$° nordl. Breite, und daher der Südpol gegen den 17° ♐ und $58\frac{1}{2}$° südl. Breite. Demnach liegen die Knoten in der Fläche der Ecliptik im 17° ♓ und ♍.

§. 446. Könnten wir den Ring des Saturns aus diesen seinen Polen betrachten, so würde er sich wie die 89ste Fig. abbildet zeigen. So aber liegt er allemal sehr schief gegen unser Auge und muß sich daher in einer elliptischen Gestalt darstellen, deren periodische Veränderungen die 94ste Fig. erklärt. Es sey in S die Sonne; c d e f die Bahn der Erde und A B C D die auf die Fläche der Ecliptik reducirte Bahn des Saturns. Von der Sonne aus betrachtet liegen nach A und C hinaus die Knoten des Ringes, und nach B und D hinaus die 90° von denselben entfernte Puncte, und für diese vier Hauptstellungen ist Saturn in seiner Bahn verzeichnet; a b ist der größte uns erscheinende Durchmeßer des Ringes, welcher in allen Puncten der Bahn des Saturns einen Winkel von $31\frac{1}{2}$° mit der Ecliptik macht. Nach n ist deßen Nord- und nach s deßen Südpol, die Axe n s neigt sich unter den Winkel von $58\frac{1}{2}$° mit der Ecliptik, so daß man

sich

sich den Theil nach n um so viel über und den nach s um so viel unter der Fläche des Papiers geneigt vorstellen muß. Diese Axe bleibt immer gegen eine Himmelsgegend nemlich nach den 17° ♊ und ♐ gerichtet. Steht also Saturn in A im 17° ♓ so geht die Fläche des Ringes durch die Sonne, er wird nur der Dicke nach erleuchtet, und in der Stellung wie Fig. 90 zeigt erscheinen; ist aber zu dünne um alsdann noch von der Erde gesehen zu werden. Rückt Saturn in ♈ ♉, so fängt die Sonne an die südliche Fläche des Ringes zu erleuchten, welche sich immer mehr gegen unser Auge erhebt, so daß der nordliche Theil des Ringes vor der Kugel des Saturns über deren Mittelpunct und der südliche hinterhalb derselben untern Mittelpunct erscheint. Im 17° ♊ oder in B 90° vom Knoten ist diese Erhebung am größten und der Ring erscheint am weitesten offen wie Fig. 91 zeigt, wobey in seiner elliptischen Gestalt das Verhältniß der großen Axe zur kleinern etwa wie 1000 : 521 statt findet der Nordpol ist von der Sonne ab; der Südpol aber derselben zugewendet. Von da nimmt die Sichtbarkeit des Ringes wieder durch ♋ ♌ ab oder er wird immer enger. In C oder 17° ♍ wendet er abermal seine Fläche gegen die Sonne und ist unsichtbar wie Figur 92 zeigt. Nachher fängt die Sonne an die nordliche Fläche des Ringes immer mehr zu erleuchten, so wie Saturn in ♎ ♏ fortrückt und der Ring wird wieder sichtbar, indem sich unser Auge über deßen Fläche erhebt. In D oder 17° ♐ ist der Ring wieder am weitesten offen, wie

wie Fig. 93 zeigt. Der Nordpol ist hier vor und der Südpol hinter der Kugel, daher steht der nördliche Theil des Ringes jenseits über und der südliche dißeits unter dem Mittelpunct der Kugel. Endlich wird der Ring wieder nach und nach enger je mehr Saturn im ♑ ♒ fortrückt.

§. 447. Bisher ist die Erscheinung und Verschwindung des Ringes von der Sonne aus betrachtet. Von der Erde aus gesehen kann aber der Ring außer der Ursache wenn die Sonne in seiner Fläche liegt noch aus zwey andern Ursachen unsichtbar werden. Diese Fläche kann entweder durch die Erde oder zwischen Erde und Sonne hindurch gehen. Im ersten Falle muß er für uns völlig unsichtbar seyn; im zweiten ist die von der Sonne abgewendete und folglich dunkle Seite des Ringes der Erde zugekehrt, und er kann daher gleichfalls nicht zu Gesicht kommen. Beydes geschieht allemal kurz vor und nach der Zeit da die Fläche des Ringes durch die Sonne gehet. Wenn nach Fig. 94 ♄ in G und die Erde in e ist, so ist die Fläche des Ringes gegen uns gekehrt; steht aber alsdann ♄ zwischen G und A, so liegt die Fläche seines Ringes zwischen e und S und wir haben etwas von der dunkeln Seite des Ringes gegen uns. Dies kann sich beydes gleichfalls mittlerweile zutragen, indem die Erde von d nach e oder von e nach f, und ♄ von G gegen A anrückt. Ist die Erde in c und ♄ in H so kehrt der Riug uns seine Fläche oder ist ♄ alsdann zwischen A und H ein Theil seiner dunkeln Seite zu, und eben so kann dies geschehen während

der

der Zeit da die Erde von f nach c oder von c nach d rückt. Gleiche Erscheinungen zeigt der Ring von der Erde aus betrachtet wenn ♄ in der Gegend C kommt. Daher giebt es Jahre in welchen der Ring wechselsweise sichtbar, dann wieder unsichtbar wird. Noch ist zu merken, daß die Neigung der Saturnsbahn gegen die Fläche der Ecliptik oder die daher entstehende Breite des Saturns; die mehr oder minder offene Gestalt des Ringes etwas verändern kann. In ☊ ☋ ist die Knotenlinie der Saturnsbahn, und daher liegt die Hälfte ☊ K ☋ etwas über und die andere ☋ I ☊ um eben so viel unter der Fläche des Papiers. In K hat ♄ seine größte nordliche und in I seine größte südliche Breite. In jener Gegend muß daher so wol wie in dieser der Ring etwas verengert werden, wie sich aus Figur 93 und 91 abnehmen läßt.

Anmerk. In meiner Anleitung ꝛc. zeigt das 4te Kupfer die Gestalt des Ringes vom Saturn im Anfange eines jeden Zeichens. S. auch Doppelm. Himmelscharten 5tes Blatt. Läßt man in einem Modell vom Sonnensystem um die Kugel die den Saturn vorstellt einen Ring in gehöriger Gestalt und Größe verfertigen, neigt diesen unter dem bekannten Winkel mit der Fläche der Ecliptik und erhält deßen Fläche in einer beständig parallelen Lage, so werden die Erscheinungen deßelben sehr sinnlich.

§. 448. Die Größe dieses körperlichen Ringes der den Saturn freyschwebend umgiebt ist bewundernswürdig. Er hat mehr als $23\frac{1}{2}$ Erdkugeln oder über 40000 Meilen im Durchschnitt, und seine Breite trägt 5800 Meilen aus. Seine Dicke ist hiergegen geringe und daher in der großen Entfernung

nung dieses Planeten von uns nicht zu erkennen, wirft auch vielleicht das Licht der Sonne nicht lebhaft genug zurück. Einige wollen bemerkt haben daß der Ring nach innen zu oder gegen den Saturn heller sey, auch daß sich auf seiner Oberfläche Kreise zeigen als wenn er aus mehrern concentrischen Ringen zusammen gesetzt wäre. Seinen Ursprung muß er vermuthlich nach den vom Schöpfer in die Natur aller Körper gelegten Schwer- und Fliehkräften vom Saturn genommen haben. Da der Ring sehr geschickt ist das Licht der Sonne auf der Kugel seines Planeten zurück zu werfen, so würde uns die wohlthätige Absicht des Urhebers der Natur dabey ohnfehlbar noch mehr einleuchten, wenn wir die Lage des Ringes gegen die Pole des Saturns oder die Neigung der Axe des Saturns gegen seine Laufbahn wüßten.

Von den fünf Trabanten des Saturns.

§. 449.

Diese fünf Monde welche den Saturn auf seiner 30jährigen Reise um die Sonne begleiten und alle außerhalb dem Ringe um ihn in verschiedenen Zeiten laufen, sind nur durch große Fernröhre oder vollkommene Teleskope und achromatische Gläser alle auf einmal zu erkennen. Der 4te ist der größte und bereits durch ein gemeines Fernrohr von 12 Fuß sichtbar. Er wurde auch zuerst von Huygen im Jahr 1655 entdeckt. Erst 16 Jahr hernach sahe Caßini den 5ten mit einem Fernrohr von 17

Fuß; am Ende des folgenden 1672sten Jahres fand er auch den 3ten mit Fernröhren von 35 und 70 Fuß und machte hierauf seine Beobachtungen bekannt. Endlich entdeckte er noch 12 Jahr hernach nemlich Ao. 1684 die beyden innern oder den ersten und zweiten mit Fernröhren von Campani davon das größte 136 Fuß lang war. In England zweifelte man noch über 30 Jahr an der Richtigkeit dieser Caßinischen Entdeckungen, bis Ao. 1718 Pound ein 123 Fuß in der Brennweite habendes Huygenianisches Glas gegen den Saturn aufstellte, und ihn dadurch von fünf Trabanten begleitet zum erstenmal erblickte. Seit dem die Teleskope und achromatische Fernröhre erfunden worden braucht man nicht so lange Fernröhre um diese Saturnsmonde zu sehen. Herr Wargentin versichert sie alle durch ein 10füßiges Dollondisches oder achromatisches Fernrohr gesehen zu haben.

§. 450. Nachdem die Trabanten des Saturns entdeckt worden haben Huygen, Caßini und andere, Tafeln ihres Laufs geliefert, die aber größtentheils nur dazu dienen um die Trabanten jedesmal zu erkennen oder ihre Stellungen von der Erde aus betrachtet zu finden, indem selbige nur die mittlere Saturnicentrische Bewegung enthalten. Man kann sich nach denselben auf eben die Art wie oben für die Jupiterstrabanten gezeigt worden, ein Saturnilabium verfertigen. Von den Verfinsterungen dieser Monden die auf eine ähnliche Art wie bey jenen statt haben, nur daß sie wegen der größern Neigung ihrer Bahnen gegen die Fläche

der

der Ecliptik seltener vorfallen, ist bisher meines Wissens nichts berechnet worden, indem sie wegen der großen Entfernung des Saturns schwer zu beobachten sind um ihren ungleichen Lauf zu bemerken, und sich daher keine Gelegenheit findet eine Theorie dieser Finsterniße festzusetzen.

§. 451. Aus dem Saturn betrachtet ist die Zeitdauer des periodischen Umlaufes der fünf Trabanten von Abend gegen Morgen, imgleichen ihre tägliche Bewegung von Caßini folgendermaaßen gefunden:

Periodischer Umlauf.					tägl. Bewegung.			
Der Iste in	1 T.	21 St.	18′	27″	6 Z.	10°	41′	51″
= II =	2	17	44	22	4	11	32	5
= III =	4	12	25	12	2	19	41	25
= IV =	15	22	34	38	0	22	34	37
= V =	79	7	47	0	0	4	32	18

Ihre Entfernung vom Mittelpunct des Saturns ist nach Caßini:

	In Halbmeßern des ♄.	In Halbmeßern des Ringes.	größte scheinb. Entfern. v. d. Erde aus betrachtet wenn der Halbmeßer d. Ringes 22½″ erscheint
I	4, 50	1, 93	0′ 43½″
II	5, 76	2, 47	0 56
III	8, 05	3, 45	1 18
IV	18, 67	8, 00	3 0
V	54, 20	23, 23	8 42½

Die vier ersten Trabanten bewegen sich in der Fläche des Ringes und ihre Bahnen neigen sich daher

eben so wie bey diesem unter einem Winkel von $31\frac{1}{2}^{0}$ mit der Ecliptik. Ihr aufsteigender Knoten muß folglich auch etwa gegen 17° ♍ und der niedersteigende gegen 17° ♓ gerichtet seyn. Der Vte Trabant läuft aber in einer Bahn die sich gegen die Fläche der Ecliptik nur um 15° neigt. Ihr aufsteigender Knoten geht nach 5° ♍ und der niedersteigende nach 5° ♓.

§. 452. Die 95ste Figur bildet die Bahnen der Saturnstrabanten im gehörigen Verhältniße ab. Die Richtung ihres Laufs geht wie die Pfeile zeigen. Saturn wirft wie ♃ der Sonne die hier nach C hinaus gesetzt wird einen Schatten gegen E. Zur Zeit der ☌ und ☍ des ♄ mit der Erde sehen wir ♄ nach der Linie CE wo der Schatten gerade hinter seiner Kugel liegt. Steht aber ♄ 90° von der Sonne gegen Abend oder culminirt früh um 6 Uhr, so wird er von uns nach Bn und wenn er 90° von der Sonne nach Osten steht und eben dies des Abends um 6 Uhr geschieht nach Am gesehen. Im ersten Fall zeigt sich etwas vom Schatten an der Kugel auf dem hintern Theil des Ringes zur rechten und im andern zur linken. Der Winkel den die Linie Am und Bn mit CE am Mittelpunct des Saturns machen trägt nur 5° aus, und ist die größte Parallaxe der Erdbahn für den Saturn. Die Figur zeigt auch die Lage der Knotenlinie für den 5ten und für die 4 innern Trabanten, woraus nach dem was oben gesagt worden zu erkennen ist, daß wenn ♄ im 17° ♍ und ♓ erscheint die 4 ersten, und wenn dieser Planet im 5° eben dieser Zeichen steht der

der 5te Trabant in einer geraden Linie sich hinter und vor den Saturn bewegen. Hingegen in allen übrigen Gegenden mehr oder minder offene Ellipsen um den Saturn beschreiben, die wenn ♄ im ♐ und ♊ steht am weitesten offen erscheinen, so daß alsdann die Trabanten sämtlich, vornemlich aber die äußern wegen der ansehnlichen Neigung ihrer Bahnen dem Saturn in einer ziemlichen Entfernung Nord- und Südwärts vorbeygehen, und sich also in einer ganz andern Stellung als die Trabanten des Jupiters um den Saturn darstellen müßen.

§. 453. Von der wahren Größe der Saturnsmonde läßt sich wenig zuverläßiges sagen, weil ihre scheinbaren Durchmeßer auch durch die vollkommensten Fernröhre für uns viel zu klein sind, als daß sie könnten ausgemeßen werden. Unterdeßen könnte selbige noch immer ansehnlicher seyn als sich aus ihrer scheinbaren folgern ließe, da es sehr wahrscheinlich ist, daß wir diese Monde blos deswegen so schwer erkennen können weil sie uns aus ihrer großen Entfernung nur ein von der Sonne erborgtes schwaches Licht zuwerfen. Sie erscheinen auch nicht immer gleich helle, woraus folgt daß sie sich um ihre Axe wälzen müßen oder daß Veränderungen auf ihren Oberflächen vorgehen, ja einige sind sogar nicht allemal sichtbar. Die beyden innern sind kaum durch 40füßige gemeine Fernröhre zu erkennen. Den 3ten sieht man nur zuweilen während seinen ganzen Umlauf. Der 4te ist der größte und am leichtesten zu finden (§. 449). Der 5te ist wenn er seinen größten westlichen Abstand vom Saturn

erreicht größer wie die drey erstern; zuweilen aber ist er sehr klein und oft verschwindet er so gar an dieser Seite gänzlich.

Vermuthung mehrerer Planeten im Sonnensystem.

§. 454.

Die bis jetzt betrachteten sechs Haupt- und zehn Nebenplaneten machen außer den Kometen wovon in einem der folgenden Abschnitten besonders gehandelt wird, unser Sonnensystem aus, so viel wir nemlich von denjenigen Planetischen Kugeln die mit uns sich gemeinschaftlich um die Sonne schwingen, kennen. Denn ist es wol glaublich daß uns keine derselben mehr unbekannt seyn sollten, da wir erst seit kaum 170 Jahren die Jupiters und seit weniger als 100 Jahren die Saturnsmonde mühsam durch Fernröhre entdeckt haben. Sollte wirklich Saturn die äußersten Gränzen unserer Sonnenwelt bezeichnen? Hieran ist zu zweifeln wenn man die großen Räume überdenkt die noch zwischen ihm und den nächsten Fixstern vorhanden seyn müssen, wovon in der Folge das nähere vorkommt. Es können noch verschiedene Planeten jenseits der Saturnsbahn immer von uns ungesehen um die Sonne laufen. Innerhalb der Bahn des Merkurs kann ich mir keinen noch unbekannten Planeten in einer größern Nähe wie dieser gedenken, allein wenn man die oben (§. 381.) bemerkten verhältnismäßigen Abstände der bekannten sechs Planeten von der

Son-

Sonne ansieht, so ist auf einmal zwischen Mars und Jupiter ein in Vergleichung mit den Abständen von ☿ ♀ ♁ und ♂ so großer Raum welchen noch ein Planet einzunehmen scheint.

§. 455. Dies läßt sich auch nach einer gewißen Progreßion welche alle Planeten unter sich in ihren Entfernungen von der Sonne beobachten, als wahrscheinlich folgern: Giebt man den Abstand des ♄ von der Sonne 100 Theile eines gewißen Maaßstabes so ist ☿ von der Sonne entfernt 4

♀	4 + 3 = 7
♁	4 + 6 = 10
♂	4 + 12 = 16
Nun aber kömmt eine Lücke, denn es fehlt ein Planet in dem Abstande	4 + 24 = 28
♃	4 + 48 = 52
♄	4 + 96 = 100

Hiernach habe ich die 96ste Figur entworfen, welche die Sonne in S und diese Entfernungen der Planeten in gehörigem Verhältnisse vorstellt; in R sollte alsdann der unbekannte Planet zwischen ♂ und ♃ sich aufhalten und so werden die Entfernungen der Planeten von der Sonne an stufenweise zunehmen. Ist nun wirklich in R noch ein Planet, so kann vielleicht bey seiner sonst ansehnlichen Größe, daß er wenig Licht aus seiner weitern Entfernung als Mars von seiner Oberfläche zurückwirft, ihn unsern Augen zu entziehen die einzige Ursache seyn.

§. 456. Auch hat es das Ansehn, daß wir noch nicht alle Monde der uns bekannten Planeten kennen. Was verschiedene berühmte Astronomen von einer

 Mon-

Mondenähnlichen Erscheinung bey der Venus, wie wol nur selten und während einer kurzen Zeit durch Fernröhre gesehen haben ist schon §. 415 erzählt, und so sonderbar diese auch immer seyn mag, so verdient selbige doch Aufmerksamkeit und weitere Beobachtungen. Die Erde hat einen Mond und Jupiter auf einmal 4 derselben; sollte daher Mars ohne alle Begleitung seyn, da er derselben noch mehr wie die Erde zu bedürfen scheint. Zwischen den 4ten und 5ten Saturnsmond ist auch Platz zu einen bis dahin unbekannten, wenn nicht gar noch außerhalb dem 5ten einer anzutreffen ist. Dergleichen Entdeckungen sind verhoffentlich noch den künftigen Zeiten vorbehalten.

Allgemeine Vorstellung wie die Entfernung des Mondes, der Sonne und Planeten von der Erde gefunden wird.

§. 457.

Die Berechnung der Entfernung der himmlischen Körper setzt eine genaue Kenntniß ihrer Parallaxe voraus, (§. 231.) und bey deren Ermangelung konnte das was die alten Astronomen hierüber herausbrachten nicht anders als sehr unvollkommen seyn. Dies zeigte sich selbst bey den der Erde am nächsten stehenden Himmelskörper dem Monde. Größtentheils setzten sie selbigen in einer viel geringern Weite als die Neuern richtiger gefunden weil sie deßen Parallaxe, wenn sie noch eine zum Grunde legten für größer als wirklich statt findet annahmen.

Py=

Pythagoras welcher 600 Jahr vor Christo lebte, sagte der Mond sey 126000 Stadien oder nach einiger Rechnung kaum 3150 Meilen von uns. Hypparchus fand wie wol nach einer unsichern Methode diese Weite zwischen 62 und 71 Erdhalbmeßer, und größer als neuere Beobachtungen geben, welche zwischen 56 und 64 herausbringen, daher mußte Hypparchus schon beßer wie vor seinen Zeiten von der Parallaxe unterrichtet seyn. Poßidonius findet 2 Millionen Stadien für die Weite des Mondes welches zufälliger weise der Wahrheit ziemlich nahe kommt. Ptolemeus brachte die horizontale Parallaxe des Mondes zwischen den Gränzen 54′ und 1° 41′ eingeschloßen, und daher die größte und kleinste Weite deßelben 64 und 34 Halbmeßer der Erde heraus. Copernicus, Tycho und Kepler stellten ähnliche Untersuchungen darüber an. Endlich haben nachher die neuern Astronomen viele Bemühungen angewandt die Parallaxe des Mondes durch wirkliche Beobachtungen immer genauer zu bestimmen.

§. 458. Nach Mayers Tafeln ist die größte mögliche horizontale Parallaxe des Mondes 61′ 32″ und die kleinste 54′ 2″. Innerhalb dieser Gränzen fällt demnach die Größe des Winkels a in dem parallactischen Dreyeck naT Fig. 56. Der Halbmeßer der Erde aT welcher wie aus §. 264 sich ergiebt 859½ geographische Meilen jede zu 3807 französische Klafter austrägt, werde als überall gleich groß angenommen, so läßt sich aus einer jeden beobachteten horizontalen Parallaxe des Mondes die

Entfernung desselben vom Mittelpunct der Erde, oder die Linie T a nach den in §. 231 vorkommenden Formeln leicht berechnen. Und eben dazu dient in dem Dreyeck n T b die in einer gewißen Höhe des Mondes über dem Horizont entweder beobachtete oder aus der horizontalen berechnete Parallaxe nbT, wie in §. 230 gezeigt worden. Es sey demnach:

die horiz. Parallaxe des Mondes od. a =		so i. d. Entfer. des Mondes v. der Erde h (F. V) $= \frac{k}{\int . a}$	
	61′ 32″		48021 geogr. Meil.
	59 2		50055 = = =
	56 32		52268 = = =
	54 2		54686 = = =

Hieraus erhellet daß 2′ 30″ oder 150″ Unterschied in der horizontalen Parallaxe des Mondes den Abstand deßelben von uns um etwa 2200 Meilen größer oder kleiner herausbringen und daß folglich einer jeden Secunde ohngefehr 14 Meilen zukomme. Da wir nun die Parallaxe des Mondes bis auf 2″ genau kennen, so ergiebt sich daß nur noch eine Ungewißheit von kaum 30 Meilen bey der Bestimmung des Abstandes des Mondes von 50000 Meilen zurückbleibt.

§. 459. Hiebey ist der Halbmeßer der Erde überall als gleich groß gesetzt. Wegen der Applattung der Erde um die Pole und Erhöhung unterm Aequator aber wird bey einer gleich groß beobachteten horizontalen Parallaxe unterm Pol und Aequator der Mond nicht gleich weit von der Erde stehen, weil derselben im erstern Stande ein kleinerer Erdhalbmeßer als im letztern zukömmt. (S. Fig. 59.) Gesetzt der Mond habe zu einer und der andern Zeit un=

unterm Aequator und den Polen im Horizont eine Parallaxe von 58′ so wird, da nach §. 263. der Halbmeßer der Erde unterm Aequator auf 3281126 und untern Polen auf 3262744 französische Klafter oder jener von 861,8 und dieser von 857,0 geographische Meilen gefunden worden, der Abstand des Mondes im erstern Fall 51083 und im letztern 50798 solcher Meilen seyn, so daß folglich der Unterschied an 300 Meilen beträgt. Hieraus ergiebt sich die Nothwendigkeit bey der unter einer gewißen Breite oder Entfernung vom Aequator gefundenen horizontalen Mondparallaxe die Größe des ihr zugehörigen Erdhalbmeßers genau zu kennen, wenn daraus der Abstand des Mondes gefunden werden soll, worüber auch bereits Tabellen berechnet sind. Andere dienen noch zu gleicher Absicht, indem sie die Zunahme der horizontalen Parallaxe in gleichen Abständen von der Erde, wenn man vom Pol zum Aequator geht, bemerken. Dieser Unterschied der Größe des Erdhalbmeßers kommt aber nur bey Berechnung der Entfernung des Mondes, wegen deßen größten Nähe bey uns noch in Betrachtung und fällt bey der Sonne und den Planeten gänzlich weg, wobey er durchaus zu 859½ Meilen gerechnet werden kann.

§. 460. Es laßen sich verschiedene Methoden erdenken nach welchen die Höhenparallaxe des Mondes beobachtet werden kann. Fände man z. B. aus astronomischen Tafeln daß der Mond einen Fixstern genau central bedeckt aus dem Mittelpunct der Erde gesehen wenn er durch den Meridian des Orts der

Beobachtung geht, und man suchte in selbigem Augenblick wie weit der Mittelpunct des Mondes unter diesen Stern im Meridian erschiene, so würde sich die Parallaxe des Mondes in der zu meßenden Höhe ergeben weil der Fixstern keine Parallaxe hat, woraus sich die horizontale Parallaxe nach §. 230. berechnen ließe, dieser Fall möchte aber wol selten sich eräugnen. Es könnte auch schon der bemerkte Unterschied der mittägigen Höhe des Mondes und eines Fixsterns verglichen mit dem was die Tafeln hierüber für eben die Zeit nach der wahren Abweichung des einen und des andern geben, auf die Höhenparallaxe des Mondes führen. Bey diesen Methoden müßte man sich aber gänzlich auf die Richtigkeit der Tafeln verlaßen können, worauf unterdeßen nicht durchaus zu rechnen ist. Beßer ist es demnach die Größe der Parallaxe unmittelbar aus Beobachtungen zu suchen, und die 97ste Figur stellt die genaueste Verfahrungsart vor, nach welcher zwey Beobachter in einer weiten Entfernung zugleich unter einen und demselben Meridian die scheinbare Höhe des Himmelskörpers als hier z. B. des Mondes über den Horizont oder deßen scheinbaren Abstand vom Zenith meßen.

§. 461. Es sey in Fig. 97. NeSa der Umfang der Erde in einem Mittagskreise und ae ihr Aequator. Der Mond stehe in L in der Fläche des Meridians am Himmel AB. Der leichteste Fall wäre nun wenn ein Beobachter demselben in r im scheinbaren Horizont ru und ein anderer in d zu gleicher Zeit im Zenith o sähe, denn da wird das was

vom

vom Bogen r d oder dem Unterschied der Breite beyder Oerter noch an 90° fehlt der horizontalen Parallaxe in r gleich seyn, weil, wenn man T t mit r L parallel zieht der Winkel r L T dem Winkel d T t oder Bogen d t gleich ist; r t hält 90° und r d ist = r t — d t. Allein es ist fast unmöglich, daß uns die Lage beyder Oerter einen so leichten Fall darbieten könne. Es sey demnach in E ein Beobachter nordwärts vom Aequator, deßen Zenith nach Z hinaus und ein anderer südwärts in F deßen Zenith nach V geht. Ersterer findet die scheinbare Weite des Mondes L vom Zenith = dem Winkel Z E L und letzterer V F L. Die Parallaxe in dieser Weite ist für E der Winkel E L T = m L o; und für F der Winkel F L T = n L o. Beyde Parallaxen sind dem Winkel E L F gleich und dieser bleibt übrig wenn man von der Summe der scheinbaren Weite des Mondes vom Zenith in E und F oder Z E L + V F L den Bogen E F oder den Unterschied der Breiten beyder Oerter abzieht, wie sich leicht zeigen läßt. Denn wenn der Himmelskörper eine unendliche Entfernung von der Erde oder keine Parallaxe hat, und von T nach o folglich von E und F nach D und G hinaus gesehen wird, so würde Z E D + V F G den am Mittelpunct der Erde sich ergebenden Winkel E T F oder den Bogen E F gleich seyn; nun aber ist Z E L um D E L = der Parallaxe E L T und V F L um G F L = der Parallaxe F L T größer als Z E D und V F G und daher die Summe beyder Parallaxen E L F oder n L m dem Unterschiede zwischen der Summe des Abstandes

des

des Mondes vom Zenith in E und F und der Entfernung beyder Oerter im Meridian EF gleich.

§. 462. Da in §. 230 gezeigt worden, daß die Parallaxe in einer jeden Höhe über den Horizont gefunden wird, wenn man die horizontale Parallaxe mit dem Sinus des Abstandes vom Zenith oder Cosinus der Höhe multiplicirt, so ist für den Ort E die Höhenparallaxe ELT = der horizontalen × Sin. ZEL und eben so für F FLT = der horizontalen × Sin. VFL daher ihre Summe ELF = der horizontalen multiplicirt mit der Summe der beyden Sinuße jener Abstände. Oder diese Regel umgekehrt, wie hier der Fall ihrer Anwendung ist: Die horizontale Parallaxe des Mondes in L wird gefunden wenn man den berechneten Winkel ELF als die Summe der Höhenparallaxe in E und F durch die Summe der Sinußen beyder beobachteten scheinbaren Entfernungen vom Zenith dividirt. Uebrigens ist noch zu merken, daß hiebey der Unterschied der Breite beyder Oerter EF als genau bekannt zum Grunde gelegt worden. Es können aber auch beyde Beobachter zur Kenntniß des Winkels ELF gelangen, ohne diesen Unterschied oder ihre Entfernung von einander dabey zu gebrauchen, wenn sie den Abstand des Mondes von einen zugleich mit demselben culminirenden Fixstern auszumeßen Gelegenheit haben. Gesetzt die Parallellinien ED, FG gehen nach diesem Fixstern, so wird aus E betrachtet der Mond um den Winkel DEL unter dem Fixstern nach Süden und aus F um GFL unter demselben nach Norden im Meridian erscheinen.

Es

Es ist aber DEL + GFL = ELF und wenn alsdenn noch die scheinbare Weite des Mondes von den Scheitelpuncten Z und V bekannt ist, so findet sich nach obiger Regel die horizontale Parallaxe. Hiebey ist aber noch wegen der abgeplatteten Gestalt der Erdkugel Rechnung zu tragen, wenn vom Monde die Rede ist; denn alle zum Zenith gehende Verticallinien stehen eigentlich nur senkrecht auf die Erdoberfläche und die durch diese Puncte der Erdoberfläche zum Mittelpunct gehende Halbmeßer der Erde neigen sich mit jenen unter gewißen Winkeln, so daß diese Winkel und die jedesmalige Größe der Halbmeßer bekannt seyn müßen, ehe obige Regel gebraucht wird.

§. 463. Wenn die Alten über den Abstand des Mondes von uns wenig zuverläßiges zu bestimmen im Stande waren, so kann man dies noch weit mehr in Absicht der vielmal entferntern Sonne erwarten. Wenigstens hatten sie davon vor den Hypparchus keine Vorstellung. Pythagoras setzte die Sonne nur dreymal weiter als den Mond. Posidonius soll ihre Weite auf 13141 Halbmeßer der Erde gesetzt haben, welches der Wahrheit ziemlich nahe kommt, wenn man nicht diese Angabe einer blos von ohngefehr geglückten Muthmaßung zuschreiben darf, oder auch die Meinung dieses Astronomen unrecht erklärt. Plinius glaubte die Sonne sey 12mal weiter als der Mond von uns, weil ihr Umlauf am Himmel 12mal so lange dauert. Aristarchus welcher 260 Jahr vor Christo lebte, bewies endlich, daß die Parallaxe der Sonne nicht

über

über 3 Min. gehen könne, und daher ihre Entfernung mehr als 1146 Halbmeßer der Erde austragen müße. Er sahe wohl ein daß der Erdhalbmeßer zur Erfindung der Sonnenweite zu klein sey und legte daher in diesem parallactischen Dreyeck eine viel größere Seite, nemlich den als bekannt angenommenen Abstand des Mondes von der Erde zum Grunde. Seine Methode ist sinnreich und setzt blos eine genaue Beobachtung der Entfernung des Mondes von der Sonne im Bogen am Himmel zu der Zeit da er gerade halb erleuchtet erscheint, voraus, welches die 98ste Figur deutlich macht.

§. 464. Es sey in T die Erde, in S die Sonne; LMV die Bahn des Mondes. Wenn nun der Mond kurz vor dem ersten Viertel, oder dem 90sten Grad seiner Entfernung von der Sonne, der in M liegt, in dem Punct L steht, so machen Linien aus der Erde und Sonne nach ihm an seinem Mittelpunct einen rechten Winkel TLS, demnach erscheint er uns alsdann schon wirklich halb erleuchtet, oder die Licht und Schatten begränzte Linie ist vollkommen gerade und geht genau mitten durch den Mond. Wird alsdann der Winkel LTS oder die Entfernung des Mondes von der Sonne an der scheinbaren Himmelskugel beobachtet und seine Weite von uns als bekannt angenommen, so ist in dem Dreyeck TLS die Seite TL und beyde Winkel L und T bekannt, woraus sich die zu suchende Weite der Sonne TS finden läßt, denn es ist:

$$TS = \frac{TL}{\text{Cos. } LTS}$$ oder gleiche Buchstaben wie oben

§. 34.

§. 34. gesetzt $h = \frac{k}{Cos. b.}$ Unterdeßen wird diese Verfahrungsart dadurch ziemlich unsicher, weil man nicht sehr genau den Augenblick finden kann da der Mond gerade halb erleuchtet erscheint, indem sich deßen Lichtfigur in einen kleinen Zeitraum wenig verändert. Der Winkel LTS wird auch dem rechten MTS sehr nahe kommen, weil die Sonne über 400mal weiter von uns ist als der Mond. Ricciolus versichert unter andern, daß er aus vielen Beobachtungen den Winkel LTS $89^\circ\ 30'$ gefunden wenn der Mond ihm genau halb erleuchtet schien, demnach wäre der Winkel LST $= 30'$ und wenn TL $=$ 60 Erdhalbmeßern gesetzt wird, die horizontale Parallaxe der Sonne etwa 30 Sec. Vor ihm fand ein anderer LST nur von $15'$ woraus sich folgern läßt, daß nach dieser Methode die Parallaxe der Sonne nur beyläufig geschätzt werden könne.

§. 465. Ptolemeus wendete eine von Hypparchus erfundene Methode welche sich auf Beobachtung der Mondfinsterniße gründete an, um die Weite der Sonne zu finden: Es sey in Fig. 99 DC der Durchmeßer der Sonne; NM der Erde; NEM der Schattenkegel der Erde; LP die Breite des Schattens in der Gegend wo der Mond bey seinen Verfinsterungen durch demselben hingeht, welche Ptolemeus aus Beobachtungen auf $1^\circ\ 21\frac{1}{2}'$ gefunden. Er setzt ferner den Durchmeßer der Sonne $= 31\frac{1}{3}$ Minuten und eben so des Mondes in seiner Erd-

Erdferne; endlich den Abstand des Mondes von uns $64\frac{1}{6}$ Erdhalbmeßer, woraus er vermittelst der ebenen Trigonometrie den Abstand der Sonne berechnete. Wenn in der Figur die Linien DNE, CME, LA, NB und AD gezogen worden sind, so ist in dem bey G rechtwinklichten Dreyeck ALG · GAL $= 40' 45''$; AG $64\frac{1}{6}$ oder $3\frac{850}{60}{}^{\circ}$ von AN; hiernach wird (zu folge §. 34.) GL = AG $\times$ Tang. LAG = 45, 64; zieht man alsdann LK mit GA parallel, so ist AK = GL und diese von AN = 60 subtrahirt läßt für KN 14, 36 übrig. In dem bey K rechtwinklichten Dreyeck LKN ist KN und LK bekannt, folglich um NLK zu finden

$$\text{setze man: Tang. NLK} = \frac{KN}{KL} = 12' 49'' = AEN.$$

Nun ist in dem Dreyeck DAE der äußere Winkel DAB = den beyden innern ADE + AED = $15' 40''$ = dem Halbmeßer der Sonne BD. Eben so ist in dem Dreyeck BNE der Winkel DNB = NEB + NBE, DNB aber kann DAB = $15' 40''$ gleich gesetzt werden, weil AN gegen AB nur geringe ist; wird also davon NEB = $12' 49''$ abgezogen, so bleibt NBA = $2' 51''$ übrig, welches die horizontale Parallaxe der Sonne nach dem Ptolemeus wäre. In dem Dreyeck NAE ist ferner

$$AE = \frac{AN}{\text{Tang. AEN}} = 268, 23 \text{ Erdhalbmeßer.}$$

Wird alsdann aus dem Verhältniße der Winkel NBA und NEA oder der Parallaxe und der Seite AE die Seite AB gesucht, nemlich $2' 51'' : 12' 49''$ = 268,

= 268, 23 zur 4ten Proportionalzahl so findet sich die Weite der Sonne AB hiernach von 1206, 1 Erdhalbmeßer, welche aber die neuern Astronomen nach sicherern Berechnungen fast 20mal größer herausbringen, und daher übergehe ich andere Resultate einiger der ältern Astronomen.

§. 466. Da diese und andere Methoden der Alten demnach sehr unzuverläßig sind den Abstand der Sonne zu finden, so suchten die Astronomen bey aller Gelegenheit Mittel hervor um zu der in der ganzen Astronomie höchst wichtigen Kenntniß einer genauen Sonnenparallaxe zu gelangen. Sie fanden bald daß diese immer geringer ausfiel je richtiger das Verfahren bey der Untersuchung derselben war, das ihre Gränzen innerhalb einigen Secunden fallen müßen, und folglich sehr genaue und mit den besten Instrumenten angestellte Beobachtungen voraussetze. Unterdeßen verlohnte es sich sehr der Mühe hierauf allen Fleiß zu verwenden; denn wenn man die Entfernung der Erde von der Sonne aus einer richtigen Parallaxe der leztern bey uns kennt, so läßt sich blos hiernach die Entfernung aller übrigen Planeten von der Sonne und damit die Größe unserer Sonnenwelt so weit wir dieselbe kennen finden. Der Grund hievon ist ein Verhältniß, welches sich zwischen den uns bereits genau bekannten periodischen Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne und ihren Abständen von derselben findet und von Kepler zuerst entdeckt worden ist; nemlich: daß die Quadratzahlen der erstern sich wie die Cubik-

zahlen der letztern gegen einander verhalten, wovon in der Folge die Beweise vorkommen.

§. 467. Die Sonnenparallaxe unmittelbar aus gleichzeitigen Beobachtungen des scheinbaren Abstandes der Sonne vom Zenith an zwey unter einen Meridian weit von einander liegenden Oertern zu suchen, wie §. 461 und 462 nach Fig. 97 gelehrt wird, war bey ihrer geringen Größe nicht rathsam; allein bey den Planeten die uns zuweilen näher als die Sonne kommen und alsdann eine größere Parallaxe wie sie haben ließ sich unter andern jene Methode gebrauchen und dann von der gefundenen Parallaxe des Planeten aus deßen und der Erde verhältnismäßigen Entfernung von der Sonne die Parallaxe der letztern folgern. Mars in seinem Gegenschein; Merkur und Venus in ihrer untern Zusammenkunft mit der Sonne boten hierzu Gelegenheit dar. Caßini zu Paris und Richer zu Cayenne stellten im Jahr 1672 dergleichen Beobachtungen über die Parallaxe des Mars aus den scheinbaren Unterschied seiner Abweichung von den Stern ψ ♒ an, und fanden dieselbe von $25\frac{1}{2}''$, woraus folgte daß die Sonnenparallaxe nicht über 10 Sec. seyn könne. Flamstead brachte gleichfalls aus nemlichen Wahrnehmungen eine Parallaxe der Sonne von etwa 10 Sec. heraus, und eben so Maraldi aus seinen Beobachtungen des Mars vom Jahr 1704. Pound und Bradley bestimmten aus ähnlichen Bemerkungen im Jahr 1719 die Gränzen der Sonnenparallaxe zwischen 9 und 12 Sec. De la Caille beobachtete den 6 October 1751 am Vorge=

gebürge der guten Hoffnung den Abstand des culminirenden Mars vom Zenith 25° 2′, als zugleich deßen nordlicher Rand 26″, 7 Nordlicher war als der Stern λ im Waßermann; zu gleicher Zeit fand ihn Wargentin in Stockholm 68° 14′ vom Zenith und den nordl. Rand 6″ 6, südlicher als λ, woraus sich nach §. 462. die horizontale Parallaxe des Mars von 24 Sec. findet. De la Caille verglich noch viele an andern Orten damals angestellte Beobachtungen und berechnete für den 14 Sept. die Marsparallaxe 26″, 8; die Entfernung des Mars von der Erde und Sonne verhielt sich zu der Zeit wie 3841 zu 10047, wodurch sich die horizontale Sonnenparallaxe abermals zu $10\frac{1}{4}$ Sec. ergab.

§. 468. Venus kommt uns in ihrer untern ☌ noch um ein ansehnliches näher als Mars in ☍ auch bey den vortheilhaftesten Umständen, (nemlich wenn er alsdann zugleich in seiner Sonnennähe ist) und ihre Parallaxe muß daher noch größer als die Parallaxe des letztern seyn. Allein es finden sich Schwierigkeiten die Venus in ihrer untern ☌ wegen ihres nahen Standes bey der Sonne bey Tage zu beobachten und dies muß, wenn es bey einer großen Breite der Venus noch möglich ist, durch große Fernröhre geschehen, wobey sich ohne der Genauigkeit etwas zu vergeben die ausgedachten Methoden zur Erfindung der Parallaxe nicht gut anbringen laßen. Wählt man hiezu eine Zeit da Venus kurz vor und nach ihrer ☌ weiter von der Sonne steht, so werden zwar einige dieser Hinderniße gehoben, allein man verliert den Vortheil in der größten Erd-

nähe des Planeten die größte mögliche Parallaxe zu beobachten, weil er alsdann weiter von der Erde entfernt ist. Maraldi verglich unterdeßen in dieser Lage die Venus mit der Sonne und fand den Unterschied beyder Parallaxen 33″. Bianchini folgerte aus vielen mit Fleiß angestellten Venusbeobachtungen die Sonnenparallaxe 14 Sec. welche aber unstreitig zu groß ist. De la Caille hatte auch Ao. 1751 Gelegenheit als Venus in der untern ☌ kam, seine am Vorgebürge der guten Hoffnung gemachten Wahrnehmungen mit Europäischen zu vergleichen, und er glaubte hiernach die horizontale Sonnenparallaxe auf $10\frac{1}{4}$ Secunden festsetzen zu können.

§. 469. So weit waren die Astronomen über die wichtige Untersuchung der Sonnenparallaxe gekommen, als bey der in den Jahren 1761 und 1769 im Monat Junius zu erwartenden seltenen Himmelsbegebenheit, nemlich die Venus in ihrer untern ☌ wegen ihrer zu der Zeit nahen Nachbarschaft beym ☋ und folglich geringen Breite vor der Sonnenscheibe vorüber gehen zu sehen, diese Parallaxe mit der größten möglichen Genauigkeit zu finden, im voraus die gegründeteste Hoffnung war. welches Halley zuerst ankündigte und dadurch die Aufmerksamkeit aller Sternkundigen auf diese Durchgänge erregte. Es lies sich nicht allein alsdann die Venus unmittelbar mit der Sonne unter einerley und verschiedenen Meridianen an weit entlegenen Oertern vergleichen, sondern man fand noch bequemere Wege bey dieser Himmelsbegebenheit, ver-

vermittelst welcher man auch bey Voraussetzung der bey aller Vorsichtigkeit unvermeidlichen Fehler im Beobachten, dennoch die Parallaxe der Sonne mit einer großen Genauigkeit finden mußte. Die Vortheile welche die Sternkunde von diesen nunmehro geschehenen merkwürdigen Durchgängen der Venus sich versprach sind im Ganzen der Erwartung gemäß ausgefallen. Man weiß nun aus denselben durch häufige Beobachtungen und Berechnungen so viel, daß die Gränzen der horizontalen Sonnenparallaxe zwischen $8\frac{1}{2}$ und 9 Sec. liegen. Die 100ste Fig. macht die Methode auf welcher sich dieses gründet nach den allgemeinsten Umständen vorstellig.

§. 470. Es sey in C der Mittelpunct der Erde; in S die Sonne; Fe ein Theil der Venusbahn, die sich nach der Richtung Fe oder von Morgen gegen Abend zur Zeit ihrer untern ☌ zwischen Erde und Sonne hindurch bewegt und von der Fläche der Ecliptik um weniger als den Halbmeßer der Sonne entfernt ist, so daß sie von C aus betrachtet über die Sonnenscheibe in der Sehne KL mit einer Geschwindigkeit die dem Unterschiede ihrer und der Erde Bewegung gleich ist, zu gehen scheint. Venus wird demnach, wenn sie in G steht vom Mittelpunct der Erde C gesehen in die Sonne bey K und wenn sie in g kömmt, wieder aus derselben bey L zu treten scheinen, so daß sie in V auf der Mitte ihres Weges ist. Die Dauer ihres Durchganges ist also hier die Zeit welche sie bey der vorigen relativen Geschwindigkeit anwendet den Bogen

Gg zurück zu legen. Nun dreht sich die Erdkugel nach der Richtung abcd um ihre Axe, ac und bd sind zwey Meridiane welche da wo sie sich durchschneiden den aus der Sonne im Jun. gesehenen sichtbaren Nordpol der Erde bezeichnen. Für einen Beobachter in a tritt Venus erst wenn sie in F steht bey K in die Sonne und wenn dieser bis in b durch die Umwälzung der Erde mit einer dem Lauf der Venus entgegenstehenden Richtung fortgeführt wird, schon in f bey L wieder aus derselben. Die Dauer des Durchganges ist also für ihm nur die Zeit innerhalb welcher Venus sich durch Ff relativ bewegt und demnach kürzer als aus dem Mittelpunct der Erde gesehen. Denn in G wird Venus von a aus nach h und in g von b aus nach r also weit außerhalb der Sonne gesehen. Ein anderer Ort liege nun an der gegenüberstehenden Seite des Pols, so nahe an demselben, daß die Sonne bey ihm nur einige Stunden untergeht (weil der Durchgang im Junius vorfällt) und er vor ihren Untergang die Venus ein; nach ihren Aufgang aber dieselbe austreten sehen könne. N sey dieser Ort welcher während der Erscheinung von N nach n und also mit Venus gemeinschaftlich nach einer Gegend fortgeführt wird, so zeigt die Figur daß an demselben der Durchgang länger dauert als aus dem Mittelpunct der Erde gesehen. Steht nemlich Venus in E so scheint sie schon in K vor der Sonnenscheibe und erst in e wieder aus derselben zu treten. Ee ist demnach in Zeit verwandelt die Dauer des Vorüberganges an einem dergleichen Orte.

§. 471.

§. 471. Aus dem Unterschiede der Dauer der Erscheinung in a und N, oder auch nur des Ein- und Austritts, verglichen mit dem was die astronomischen Tafeln, oder wenn man sich nicht gänzlich auf dieselben verlassen darf, wirklich berechnete Beobachtungen für den Mittelpunct der Erde geben, läßt sich der gesuchte Unterschied der horizontalen Parallaxe der Sonne und Venus finden, da dieser eine Wirkung des auf der Erdoberfläche früher oder später gesehenen Ein- und Austritts oder der längern und kürzern Dauer des Durchganges als aus dem Mittelpunct derselben ist. Aus dem bekannten Verhältniß zwischen dem Abstande der Venus und Erde von der Sonne wird alsdenn die horizontale Parallaxe der Sonne oder der Venus besonders berechnet. Bey diesen Untersuchungen legt man zuerst eine für jenen Unterschied der Parallaxen angenommene Größe zum Grunde, und berechnet darnach aus den Beobachtungen des einen und andern Ortes die Dauer des Durchganges für den Mittelpunct der Erde. Findet man diese Dauer aus den Wahrnehmungen an beyden Orten gleich groß, so ist der angenommene Unterschied der Parallaxe richtig, wo nicht, so läßt er sich so lange abändern bis er mit den Beobachtungen und der Rechnung zutrift. Ohngefehr hierauf gründete sich Halleys Entdeckung, daß die Sonnenparallaxe aus der verschiedenen Dauer des Durchganges der Venus sehr genau zu finden sey. Bey den Durchgang am 3ten Jun. 1769. betrug der Unterschied in der Dauer an den vortheilhaftesten Beobach-

tungsörtern $23\frac{1}{2}$ Min. Zeit. Hiernach würden, wenn die Sonnenparallaxe 9 Secunden wäre, auf eine Secunde derselben 156 Zeitsecunden gehen und ihre Größe bis auf den 60sten Theil einer Secunde genau zu finden seyn, wenn man 3 Secunden Fehler im Beobachten zuließe, zu welcher Genauigkeit keine andere Methode die Sonnenparallaxe zu finden, verhilft.

§. 472. De la Lande hat nun unter andern Beobachtungen des letztern Durchganges an verschiedenen Orten mit einander verglichen, und daraus die mittlere horizontale Sonnenparallaxe folgendermaassen berechnet:

Beobachtungen zu St. Joseph auf Californien und Wardhus im äußersten Norwegen gaben — 8″, 89
— — zu Cajaneburg in Schweden und St. Joseph — 8, 36
— — zu St. Joseph und Fort de Galles an der Hudsonsbay 8, 54
— — zu Wardhus und Fort de Galles — — 9, 07

Das Mittel aus diesen 4 Bestimmungen giebt 8″, 69 wie wol noch verschiedene fehlen. Nimmt man das Mittel aus dem was die vollständigsten und genauesten Berechnungen verschiedener Astronomen hierüber geben, so kommen nach de la Lande 8″, 59 wofür gerade hin 8″, 50 als die der Wahrheit gewiß nahe kommende mittlere horizontale Parallaxe der Sonne beyzubehalten ist.

§. 313.

§. 473. Aus dieser gefundenen Parallaxe läßt sich nun die wirkliche Entfernung der Sonne von der Erde nach §. 231. leicht finden. Denn man darf nur den Halbmesser der Erde = 1 durch den Sinus der Parallaxe dividiren, um die Sonnenweite in Erdhalbmessern zu haben. Obige horizontale Parallaxe von 8″, 50 gilt aber nur für den mittlern Abstand der Erde von der Sonne, welcher im Anfang des Aprils und Octobers statt hat. Hingegen im Anfang Januar ist die Erde in ihrem Perihelio, und im Anfang Julii im Aphelio, und daher kann, wegen der Eccentricität der Erdbahn (§. 380.) die horizontale Sonnenparallaxe von 8″, 36 bis 8″, 65 gehen. Folgende Tafel enthält den Abstand der Erde von der Sonne in diesen vier Hauptpuncten ihrer Bahn, und zeigt zugleich, wie sehr es bey Bestimmung der Sonnenparallaxe auf geringe Theile einer Secunde ankomme, um diesen großen Abstand mit einiger Genauigkeit zu erhalten.

	Horiz. ☉ Parallaxe.	Abstand in Erdhalbmessern.	In deutschen Meilen, der Halbmesser = 859½ Meil.
Am 1sten Januar.	8″, 65	23850	20499000
— 1sten April und October	8 , 50	24260	20851500
— 1sten Julii	8 , 36	24670	21204000

Anmerk. Die letztern Zahlen in der 3. und 4ten Columne dieser Tafel sind, wie es dergleichen Rechnungen erfordern, nur beyläufig angesetzt.

§. 474. Da nach der Tafel §. 381 die verhältnißmäßige Entfernung aller Planeten von der Sonne bekannt ist; so läßt sich aus der vorigen Tafel der wahre mittlere Abstand derselben in Erdhalbmessern finden, da man nun weiß, daß 1000 Theile als den angenommenen mittlern Abstand der Erde 24260 ihrer Halbmesser zukommen. Demnach wird z. B. für ♂ gesetzt, wie sich 1000 : 1524 verhalten, so 24260 zum mittlern Abstand dieses Planeten welches folgende Tafel enthält. Diese zeigt auch noch die Bewegung der Planeten in einer Secunde, welche sich aus den bekannten Abstand von der Sonne als den Halbmesser ihrer Bahn und der Umlaufszeit berechnen läßt.

Mittlerer Abstand der Planeten von der Sonne in Erdhalbmessern, und Bewegung derselben in einer Secunde.

Merkur	9388 Halbm.	6,7 deutsche Meilen
Venus	17540 —	4,9 — —
Erde	24260 —	4,1 — —
Mars	36972 —	3,4 — —
Jupiter	126176 —	1,9 — —
Saturn	231440 —	1,3 — —

Eben so ließe sich nach §. 381 der größte und kleinste Abstand der Planeten finden. Als z. B. für ♂ würde die vierte Proportionalzahl des Satzes 1017 : 24670 = 1665 : . . . die Größte und 983 : 23850 = 1382 : . . . die Kleinste Weite desselben von der Sonne geben.

§. 475. Wenn die mittlern Entfernungen der Erde und übrigen Planeten von der Sonne zum Grunde

Grunde gelegt werden, so zeigt die folgende Tafel den größten und kleinsten Abstand der Planeten von der Erde in Erdhalbmessern:

	Größter Abstand	Kleinster Abstand
Merkur	33648	14872
Venus	41800	6720
Mars	61232	12712
Jupiter	150436	101916
Saturn	255700	207180

Die beyden untern Planeten ☿ und ♀ sind nemlich in ihrer obern ☌ mit der Sonne um den Halbmesser ihrer Bahnen weiter und in ihrer untern ☌ um eben so viel näher als die Sonne bey uns. Demnach geben z. B. für Venus

$24260 + 17540 = 41800$ Erdhalbm. die größte
und $24260 - 17540 = 6720$ „ die kleinste
Weite derselben von uns.

Die drey obern Planeten ♂ ♃ und ♄ sind in ihrer ☌ mit der Sonne um den Halbmesser der Erdbahn weiter und in ihrer ☍ um eben so viel näher bey uns, daher geben z. B. für Mars

$36972 + 24260 = 61232$ Erdhalbm. die größte
und $36972 - 24260 = 12712$ „ die kleinste
Weite desselben von der Erde.

Wie die wahre Größe der Sonne, des Mondes und der Planeten gefunden wird.

§. 476.

Nach den Regeln der Sehekunst verhalten sich die wahren Durchmesser zweyer gleichweit entfern-

ter

ter Kugeln gegen einander wie ihre in die Augen fallenden scheinbaren. In Fig. 101 sey CF eine grosse Entfernung, aus welcher die beyden Kugeln C und F gesehen werden, so wird die größere C aus F unter den Winkel AFB und die kleinere F aus C unter DCE erscheinen. Es verhält sich aber der erstere Winkel zum letztern wie AB zu DE und eben so stehen die halben Sehewinkel mit den wahren Halbmessern im Verhältniß. Ist aber der Abstand zweyer weit entfernter Kugeln ungleich wie in Fig. 102 wenn in D der Beobachter steht, so verhält sich der wahre Durchmesser der nähern F zur entferntern C wie das Product des Sehewinkels und der Entfernung von beyden gegen einander oder EDG ⋊ DF : ADB ⋊ CD. Nach trigonometrischen Gründen wird unterdessen auch, wenn der Abstand und halbe Sehewinkel einer Kugel als bekannt vorausgesetzt wird, der wahre Halbmesser derselben gefunden, wenn man den Abstand mit der Tangente des halben Sehewinkels multiplicirt (§. 34.) und nach Fig. 101. ist AC = FC ⋊ Tang. AFC und DF = FC ⋊ Tang. DCF.

§. 477. Nach der 101sten Fig. läßt sich nun deutlich zeigen, daß die bekannte horizontale Parallaxe und der scheinbare Durchmesser eines Himmelskörpers in einem gewissen Abstande von der Erde, auf das beständige Verhältniß des wahren Durchmessers der Erde und dieses Himmelskörpers führen. Denn es sey C der Mittelpunct der Erde und F des Mondes, so ist DCE der scheinbare Durchmesser des Mondes von der Erde aus gesehen

hen und AFB der scheinbare Durchmesser der Erde vom Monde aus gesehen. Dieser letzte Winkel ist der doppelten Horizontalparallaxe des Mondes bey uns oder AFC + BFC gleich, woraus also allgemein zu schließen ist, daß der scheinbare Durchmesser der Erde aus einem Himmelskörper gesehen, der doppelten Horizontalparallaxe desselben bey uns gleich sey, und daß der wahre Durchmesser der Erde sich zum wahren Durchmesser eines Himmelskörpers verhält wie dessen doppelte Horizontalparallaxe zum scheinbaren Durchmesser.

§. 478. Diese letztere Regel läßt sich gleich auf den Mond anwenden. Nach §. 419. ist die mittlere Horizontalparallaxe des Mondes in seinem Perigäo = 60′. 29″ und dessen scheinbarer Durchmesser alsdann 32′. 58″. Demnach giebt 2 × 60′. 29″ : 32′. 58″ oder 7258″ : 1978″. = 1 : 0, 27 das Verhältniß des wahren Erd- zum Monddurchmessers an. Eben so die horizontale Parallaxe der Sonne ist wie vorher gezeigt 8″, 5 in ihrem mittlern Abstande von der Erde gefunden, und ihr scheinbarer Durchmesser trägt alsdann (nach §. 385. Anmerk.) 31′. 57″, 5 aus, folglich verhält sich der Erddurchmesser zum Sonnendurchmesser wie 2 × 8″, 5 : 31′. 57″, 5 oder wie 170 : 19175. das ist wie 1 : 112, 79. Die mehresten der übrigen Planeten haben aber nur einen geringen scheinbaren Durchmesser und noch geringere Parallaxe, so daß sich aus diesen beyden Stücken schwerlich mit einiger Zuverläßigkeit das Verhältniß ihres wahren Durchmessers zum Erddurchmessers finden lassen

würde.

Man hat daher statt der Parallaxe ihre verhältnißmäßigen Abstände von der Sonne nach §. 381 hiebey zum Grunde gelegt, und mit den in einen hiernach leicht zu berechneten Abstand von der Erde beobachteten scheinbaren Durchmesser verglichen. Der bekannte Abstand der Sonne und ihr scheinbarer Durchmesser steht alsdann mit den Abstand des Planeten und dessen scheinbaren Durchmesser in dem zu suchenden Verhältniß der wahren Durchmesser nach §. 476. oder zu mehrerer Erleichterung der Rechnung werden die in einem gewissen Abstande der Planeten von der Erde ausgemessene scheinbare Durchmesser, sämtlich auf ihre Größe, aus einer Entfernung die der mittlern Weite der Sonne gleich ist, betrachtet, reducirt, denn alsdann werden sich nach Figur 101 die scheinbaren Durchmesser gerade hin gegen einander wie die wahren verhalten. Da nun bereits oben §. 414, 416, 429, 432 und 442 der beobachtete scheinbare Durchmesser eines jeden Planeten in seiner größten möglichen Erdnähe, welche, die Erde durchaus in ihren mittlern Abstand von der Sonne gesetzt, bey den obern Planeten statt hat, wenn sie sich zugleich in ☍ und in ihren Perihelio und bey den untern in der untern ☌ und in ihren Aphelio befinden, angesetzt ist, welchen die folgende Tafel noch genauer enthält, so läßt sich hieraus nach §. 381. ihr scheinbarer Durchmesser, in der Entfernung der Erde von der Sonne gesehen, berechnen: z. B.

Für Venus ist Entf. ♁ von ☉ = 1000
♀ von ☉ = 728
dann wird gesetzt 1000 : 272 = 60″, 7 : 16″, 5
Für Mars ist Entf. ♂ von ☉ = 1382
— ♁ von ☉ = 1000
1000 : 382 = 29″, 9 : 11″, 4

§. 479. Diesemnach zeigt die folgende Tafel in der ersten Columne die Planeten und Sonne in der Ordnung ihrer aufsteigenden Größe; in der zweyten den größten möglichen scheinbaren Durchmesser derselben von der Erde aus gesehen; in der dritten den hiernach auf vorige Art berechneten in dem Abstande ☉ von ♁; in der vierten den wahren Durchmesser in deutschen Meilen, welcher herauskömmt wenn man nach obiger Anweisung setzt z. B. für Erde und Jupiter 17″, 0 : 3′ 13″, 7 = 1719 Meilen : 19586 Meilen u. s. f. Die fünfte vergleicht den Durchmesser der Erde mit den Durchmesser der Planeten, als z. B. für Jupiter $\frac{19586}{1719}$ = 11, 39. das ist 11, 39 Erddurchmesser tragen nur einen Jupitersdurchmesser aus. Endlich giebt die sechste Columne an, wie viel die Planeten im körperlichen Inhalt größer oder kleiner als die Erdkugel sind. Nach geometrischen Gründen verhalten sich die Größen zweyer Kugeln gegen einander wie die Cubi oder Würfel ihrer Durchmesser; nun verhalten sich die Durchmesser von Erde und Jupiter wie 1, 00 : 11, 39 oder wie 100 : 1139 von beyden Zahlen den Cubus genommen giebt 1000000 : 1477648619 oder wie 1 : 1478; demnach ist Jupiter 1478 mal größer als die Erde.

Eben

Eben so in Ansehung ♁ und ♂

$$100^3 : 67^3 = 1{,}00 : 0{,}30$$

folglich ist ♂ $\frac{100}{30} = 3\frac{1}{3}$ mal kleiner als die Erde.

	Scheinbarer Durchmesser in der größten Erdnähe.	Scheinbarer Durchmesser aus der Entf. ⊙ von der ♁ gesehen.	Wahrer Durchmesser in deutschen Meile zu 3807 fr. Klaft.	Verhältniß gegen den Erddurchmesser.	Größe in Vergleichung gegen die Erde.
Mond	33′ 32″,0	4″,6	465	0,27	50 mal kleiner als die Erde.
Merkur	13 ,1	7 ,0	708	0,41	14 mal kleiner als die Erde.
Mars	29 ,9	11 ,4	1153	0,67	$3\frac{1}{3}$ mal kleiner als die Erde.
Venus	60 ,7	16 ,5	1668	0,97	$\frac{1}{10}$ mal kleiner als die Erde.
Erde	180 Grad	17 ,0	1719	1,00	
Saturn	21 ,5	2′ 51 ,7	17362	10,10	1030 mal größer als die Erde.
Jupiter	49 ,0	3 13 ,7	19586	11,39	1478 mal größer als die Erde.
Ring des ♄	50 ,1	6 40 ,6	40508	23,57	
Sonne	32′ 30 ,0	31 57 ,5	193893	112,79	1435025 mal größer als die Erde.

Für unmathematische Leser möchte wol folgende Erklärung verschiedener Zeichen und Abkürzungen nicht undienlich seyn.

$+$ das Zeichen der Addition z. B. $8 + 4 = 12$

$-$ „ „ „ Subtraction „ $8 - 4 = 4$

$\times$ „ „ „ Multiplication „ $8 \times 4 = 32$

$:$ „ „ „ Division „ $8 : 4 = 2$

$=$ „ „ „ Gleichheit, um wie vorher dadurch den Werth der Summe, des Unterschiedes, Products und Quotienten zweyer Zahlen zu bezeichnen, oder auch in einer wirklichen Gleichung als $6 \times 3 = 2 \times 9$ daß das Product von 6 durch 3 gleich sey dem Product von 2 durch 9.

Die Division wird auch öfters also bemerkt.

$\frac{12}{4} = 3$ heißt 12 durch 4 dividirt giebt 3.

$8 : 12 = 18 : 27$ ist also zu verstehen: wie sich 8 zu 12 verhält, so verhält sich 18 zu 27, oder $\frac{8}{12} = \frac{18}{27}$ oder $\frac{18 \times 12}{8} = 27$.

6^2 bedeutet, daß die Zahl 6 mit sich selbst multiplicirt werden soll, oder daß das Quadrat derselben

selben zu nehmen ist, demnach ist $6^2 = 6 \times 6 = 36$.

4^3 bedeutet, daß 4 zweymal mit sich selbst zu multipliciren, oder der Cubus (Würfel) dieser Zahl zu nehmen ist, demnach ist $4^3 = 4 \times 4 \times 4 = 64$.

Was hier vom Gebrauch der Zeichen bey Zahlen angezeigt ist, gilt auch von einzeln oder mehrern zusammengehörigen Buchstaben, die gewisse Größen, Linien und Winkel bezeichnen.

Sehr oft kommen auch zu mehrerer Bequemlichkeit bey ganzen Zahlen, statt der gewöhnlichen Brüche Decimal = oder zehntheilige Brüche vor, deren Bezeichnung folgende ist: z. B.

4,1000	oder	4,1	=	heißt 4	ganze u.	$\frac{1000}{10000}$	oder $\frac{1}{10}$
6,3200	=	6,32	=	6	=	$\frac{3200}{10000}$	= $\frac{32}{100}$
9,0460	=	9,046	=	9	=	$\frac{460}{10000}$	= $\frac{46}{1000}$
12,3821	=	12,3821	=	12	=	$\frac{3821}{10000}$	$\frac{3821}{10000}$

Erster Abschnitt.

Die hier nach richtigen Gründen gefundene Größe der Sonne und Planetenkugeln, und ihre weiten Entfernungen von einander, leiten den Erdbewohner zu ganz andern als gemeinen Vorstellungen von dem Umfange und der Vortreflichkeit der Sonnenwelt, und damit zugleich zur ehrfurchtsvollen Bewunderung und Anbetung des großen Urhebers derselben.

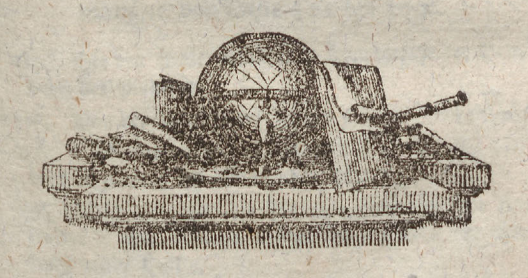
Ende des ersten Theils.



Johann Elert Bode
Astronom der Königl. Preuß. Academie der Wissenschaften und Mitglied der Gesellschaft Naturforschender Freunde in Berlin.

Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde und den dazu gehörigen Wissenschaften.

Zweyter Theil.



Mit 8 Kupfertafeln.

Berlin, 1778.
Bey Christian Friedrich Himburg.



Inhalt.

Zweyter Theil.

Neunter Abschnitt.

Von den Gesetzen der Bewegung der himmlischen Körper, ihre Verbindung unter einander; wechselseitige Anziehung; Masse und Dichtigkeit der Planeten 2c. ihre Aehnlichkeit mit der Erde, Bestimmung 2c. von Seite 321 bis 377.

Zehnter Abschnitt.

Himmelsbegebenheiten, welche die Bewegungen der Planeten veranlassen, von Seite 377 bis 457.

Eilfter Abschnitt.

Von den Kometen und Fixsternen; erweiterte Aussichten in das Reich der Schöpfung rc. von Seite 457 bis 517.

Zwölfter Abschnitt.

Von der Schiffahrt, von Seite 518 bis 591.

Inhalt.

Dreyzehnter Abschnitt.

Von der Gnomonik oder Sonnenuhrkunst, von Seite 591 bis 617.

Vier-

Inhalt.

Vierzehnter Abschnitt.

Von der Chronologie, von Seite 618 bis 656.



Zweyter



Zweyter Theil.

Neunter Abschnitt.

Von den Gesetzen der Bewegung der himmlischen Körper, ihre Verbindung mit einander, wechselseitige Anziehung Maße und Dichtigkeit der Planeten ꝛc. Bestimmung derselben aus ihrer Aehnlichkeit mit der Erde ꝛc. hergeleitet.

Die von Kepler erfundenen Hauptgesetze der Bewegung der Planeten.

§. 480.

Der berühmte Kepler ein Würtenbergischer Astronom, welcher mit Tycho zugleich lebte, Anno 1571 den 27ten Dec. gebohren wurde, und den 15ten Nov. 1631 starb; kam zuerst auf die

Gedanken, daß die Bahnen der Planeten nicht völlige Circulskreise wären. Er wurde hiezu vornemlich durch die Berechnungen über den Lauf des Planeten Mars veranlaßt, welcher hiezu besonders geschickt war; indem er aus vielen Beobachtungen von Tycho, die Oerter und jedesmalige Weite des Mars von der Sonne, in verschiedenen Gegenden seiner Bahn anders als bey der Voraussetzung einer circulrunden Bahn fand, woraus er schloß, daß dieselbe länglicht seyn müße. Nachdem er eine Ellipse als die einfachste unter allen Ovalen zum Grunde legte, trafen Rechnungen und Beobachtungen zusammen, und hieraus folgte, daß Mars eine wirkliche Ellipse beschreibt, in deren einen Brennpunct die Sonne ist. Eben dieses ist hierauf von Kepler und andern Astronomen von allen übrigen Planeten angenommen, welches schon in §. 378 und 380 erklärt worden, und es lassen sich ihre elliptische Laufbahnen nicht allein aus Beobachtungen erkennen, sondern auch aus den Gesetzen der allgemeinen Anziehung im Sonnensystem, beweisen. Im §. 380 wird die Eccentricität der Planetenbahnen in Theilen, deren der mittlere Abstand der Erde von der Sonne 1000 hat, angegeben, und hiernach ist die mittlere, größte und kleinste Weite der Planeten §. 381 angesetzt. Nimmt man aber den mittlern Abstand eines jeden Planeten von der Sonne oder die halbe große Axe seiner Ellipse (§. 381.) zu 1000 Theile an, so ist in abnehmender Größe die Eccentricität des ☿ 206 des ♂ 93 des

des ♄ 56 des ♃ 48 der Erde 17 der ♀ 7 solcher Theile, und in eben der Ordnung sind folglich die Bahnen der Planeten immer weniger länglicht. Wenn die halbe große Axe derselben = a; die Eccentricität = c und die halbe kleine Axe = b gesetzt wird so kann man b^2 durch $a^2 - c^2$ finden wie sich nach Fig. 74 zeigen läßt. (§. 378. Anmerk.) Dies ist das erste von Kepler erfundene Gesetz der himmlischen Bewegung das nemlich die Planeten elliptische Bahnen um die Sonne beschreiben.

§. 481. Das Zweite ist nicht weniger wichtig und gereicht seinem Erfinder zur Ehre: Es ist nemlich das Verhältniß welches sich zwischen der Größe des Umfanges der Planetenbahnen und der Zeit in welcher sie solche vollführen findet. Z. B. Jupiter der nur fünfmal weiter von der Sonne als die Erde ist und deßen Bahn folglich einen fünfmal größern Umfang als die Erdbahn hat, braucht gleichwol eine 12mal längere Zeit um solche zu vollenden und Saturn legt eine 10mal weitere Bahn erst in einer 30mal längern Zeit zurück. Kepler stellte lange hierüber verschiedene Vergleichungen an. Endlich entdeckte er glücklich am 15 May 1618, daß sich ein beständiges Verhältniß zwischen den Quadratzahlen der Umlaufszeiten und den Cubikzahlen der Entfernungen zweyer Planeten von der Sonne finde; nemlich: Die Quadrate der periodischen Umlaufszeiten zweyer Planeten verhalten sich gegen einander wie die Würfel ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne, und eben dies Gesetz findet

auch bey den Nebenplaneten oder Monden in Ansehung ihres Hauptplaneten statt.

§. 482. Erstes Beyspiel: An der Venus und Erde.

Umlauf d. ♀ 224 T. 17 St. = 5393 St. □ 2908.4449
" " ♁ 365 6 = 8766 " □ 7684.2756
Entfer. ♀ von der ☉ = 723 Cubus 377.933076
" ♁ " " ☉ = 1000 Cubus 1000.000000

Man schneide nun hinterwärts zur Erleichterung der Rechnung einige Zahlen ab so verhalten sich 2908 : 7684 = 378 : 1000 bis auf eine Kleinigkeit.

Zweites Beyspiel: An der Erde und Jupiter.

Umlauf der ♁ 365 Tage □ 133225
" des ♃ 4330 Tage □ 18748900
Entf. der ♁ v. d. ☉ = 1000 Cub. 100.0000000
" des ♃ " " ☉ = 5201 " 14068.9135601

Nun ist 133225 : 18748900 = 100 : 14069 beynahe.

Dritten Beyspiel: An den 1sten und 4ten Jupiterstrabanten.

Umlauf d. 1 Trb. 42 St. 28′ = 2548′ □ 649.2304
" " 4 " 400 " 32 = 24032′ □ 57753.7024
Entfer. d. 1sten Trab. v. ♃ = 111 Cub. 136.7631
" " 4ten " " ♃ = 496 " 12202.3936

Es ist aber 649 : 57754 = 137 : 12202 beynahe. Diese Beyspiele zeigen wie die Astronomen nach §. 381. die mittlere Weite aller Planeten von der Sonne verhältnißmäßig gefunden, wenn die Entfernung der Erde zu 1; 10; 100; 1000 ꝛc. angenommen worden. Z. B. Um die Weite des ♃ zu

zu finden (Entfern. ♁ = 1000.) wird gesetzt: Die Quadratzahl der Umlaufszeit des ♃ verhält sich zur Quadratzahl der Umlaufszeit der Erde wie der Cubus von 1000 zur 4ten Proportionalzahl aus welcher die Cubikwurzel gezogen wird welches die gesuchte Weite 5201 giebt und so mit andern Woraus der ungemein wichtige Nutzen dieses Keplerschen Gesetzes in der ganzen Astronomie genugsam zu erkennen ist.

Anmerk. Die Verhältniße würden in diesen Beyspielen alle genau zutreffen, wenn nicht zur Erleichterung der Rechnung die zum Grunde liegenden Umlaufszeiten und Entfernungen abgekürzt worden.

§. 483. Das Dritte gleichfalls von diesem berühmten Sternkundigen zuerst entdeckte sehr vortrefliche und allgemeine Gesetz der Bewegung der Planeten ist folgendes: Die Zeiten die ein Planet anwendet einen Theil seiner elliptischen Bahn zu durchlaufen verhalten sich gegen einander, wie die Sectores oder Räume der elliptischen Fläche zwischen den zurückgelegten Bögen und dem Brennpuncte (der Sonne) und nicht wie die Längen dieser Bögen. Oder der Radius vector des Planeten schneidet in gleichen Zeiten gleiche Flächen von seiner elliptischen Bahn ab, und Neuton hat zuerst bewiesen daß dieses eine nothwendige Folge der allgemeinen Gesetze der Bewegung sey. In Fig. 103 sind E und S die beyden Brennpuncte der Ellipse AKPH. In dem einen S steht die Sonne, demnach ist der Planet in P im Perihelio und in A im Aphelio. Um den andern Brennpunct E wird bey dieser Hy-

 pothese

pothese die Bewegung gleichförmig gesetzt, oder der Planet beschreibt aus E betrachtet in gleichen Zeiten gleiche Winkel. Zieht man daher LER und MED, so sind die Winkel an E nemlich LEM und DER gleich groß und die Bögen LM und DR werden in gleichen Zeiten zurückgelegt. Werden noch von S aus die Linien SL, SM, SD und SR gezogen, so läßt sich leicht zeigen daß die elliptischen Ausschnitte SDR und SLM einander gleich sind. Denn es verhält sich $LM : DR = EA : EP$ daher ist $LM \times EP = DR \times EA$; allein da $EP = SA$ und $EA = SP$ so folgt daß $LM \times SA = DR \times SP$ und damit die Flächen beyder Ausschnitte gleich groß sey. Hieraus zeigt sich nun daß die Planeten im Perihelio größere Bögen vom Umkreise ihrer Bahnen zurücklegen und folglich daselbst geschwinder als im Aphelio laufen. Ihre Bewegung ist selbst im Perihelio am stärksten und im Aphelio am langsamsten. Setzt man noch z. B. an E die Winkel IEK und GEH mit LEM und DER gleich groß, und zieht Linien von S nach I und K, G und H, so sind eben so die Sectores ISK und GSH unter sich und mit LSM, SDR gleich groß. Die Bögen DR, HG, ML und IK werden daher von einem Planeten in gleichen Zeiten zurückgelegt, und der Augenschein lehrt daß selbige mit der Annäherung gegen das Perihelium größer werden, folglich die Bewegung des Planeten zunimmt je näher er der Sonne kommt. Oder umgekehrt zu schließen: Der Planet braucht in der Gegend des Apheliums eine längere Zeit um einen gleich großen Bogen als

im

im Perihelium zu beschreiben; und der Unterschied der Längen dieser Bögen ist um desto grösser, je grösser seine Eccentricität oder je ablanger seine Bahn ist.

§. 484. Die Richtigkeit dieses von Kepler entdeckten und zum Grunde gelegten Gesetzes der Bewegung der Planeten, daß nemlich die zurückgelegten Räume den Zeiten proportional sind; ist durch viele Beobachtungen und folglich astronomisch bestätigt worden. Kepler machte auch schon hieraus überhaupt den Schluß das die Sonne eine anziehende Kraft haben müße, welche die Planeten in ihren Bahnen erhielte und daß daher ihre geschwindere oder langsamere Bewegung mit ihrer Annäherung oder Entfernung von der Sonne aus dem stärkern oder schwächern Zuge derselben herzuleiten sey. Er suchte hierauf aus dieser Uebereinstimmung der Räume und Zeiten die Regeln zur Berechnung des Planetenlaufes zu erleichtern. Allein es konnte nicht eher ein förmlicher Beweiß dieses wichtigen Satzes geführt werden als bis man annahm, daß die Planeten ihre Bahnen vermittelst zweyer zusammengesetzter und nach zwey verschiedenen Richtungen wirkender Kräfte beschreiben. Nach der erstern muß die Bewegung geradelinigt und gleichförmig vor sich gehen, nach der zweiten aber muß der Planet beständig von dieser Richtung durch eine Anziehung der Sonne abgelenkt und gegen diesen Brennpunct seiner Bahn geführt werden, sonst würde er sich beständig von der Sonne entfernen nnd nicht immer eine in sich selbst wiederkehrende elliptische

Bahn um die Sonne beschreiben können. Diese letztere Anziehungskraft der Sonne ist von Neuton bewiesen und deren Größe und Ausmessung nach allen Umständen berechnet worden, wie in der Folge näher gezeigt werden soll, und sie läßt sich daher hier als bekannt annehmen um obigen Keplerschen Lehrsatz zu beweisen.

§. 485. Nach mechanischen Grundsätzen wird 1) ein jeder Körper, der einmal in Bewegung gesetzt ist, sich beständig in einer geraden Linie nach der Richtung des anfangs erhaltenen Stoßes mit gleicher Geschwindigkeit fortbewegen, wenn ihm nichts daran hindert und wenn er 2) von zweyen unterschiedenen Kräften die unter einen gewißen Winkel auf ihn wirken zugleich getrieben wird, so wird er, um der einen nicht mehr als der andern zu folgen, die Diagonallinie eines Parallelogramms in eben der Zeit beschreiben, da er eine Seite deßelben von einer jeden Kraft besonders zurückgelegt haben würde. Es sey Fig. 104 ein Planet in P und habe durch einen ihm anfangs vom Schöpfer mitgetheilten Stoß ein Bestreben nach der Linie PQR mit gleicher Geschwindigkeit fortzulaufen. Wenn er nun PQ in einer Minute zurücklegt, so wird er von Q aus nach R in eben der Zeit kommen. Während der Zeit aber wirke die anziehende Kraft der Sonne S auf ihm nach der Richtung QS und mit der Größe QT so wird der Planet von beiden Kräften zugleich getrieben, so wenig QR als QT sondern QV die Diagonallinie in dem Parallelogram QRVT beschreiben und folglich nach Verfließung

fließung von einer Minute in V anlangen.* Dies vorausgesetzt dient zum Beweise des Satzes das die Planeten in gleichen Zeiten gleich große Flächenräume ihrer Bahnen beschreiben mußen.

*Anmerk. Es wird hier nur ein kleiner Zeittheil angenommen um den demselben zukommenden sehr kleinen Theil der Bahn eines Planeten als geradelinigt ansehen zu können.

§. 486. Denn gesetzt, nach Fig. 104. wäre SPQ der von den Radii vectores SP, SQ zurückgelegte Raum in einer der ersten Minute, so würde wenn der Planet der erstern Kraft allein überlaßen von Q bis R in der folgenden Minute liefe, auch SRQ der Raum für eben diesen Zeittheil seyn. Es sind aber die Triangel SPQ und SQR einander gleich, denn beyde haben eine gleiche Grundlinie PQ und QR und eine gleiche Höhe, welche nemlich ein von S auf die gegen P verlängerte Linie RQP gefälltes Perpendicul mißt (§. 14.) und demnach müßte auch schon der Planet von dieser ersten Kraft allein getrieben in gleichen Zeiten gleich große Räume beschreiben, allein er würde sich dabey ins Unendliche von der Sonne entfernen. Da er unterdeßen zugleich von derselben angezogen von Q aus nach V geführt wird, so ist SQV statt SQR der zurückgelegte Raum. Nun sind aber die beyden Triangel SQV und SQR noch einander gleich, wie die Geometrie lehrt, denn beyde stehen auf einer Grundlinie QS und zwischen gleichen Parallelen QS und Rm. Daher ist der Beweiß richtig, daß der sehr kleine Flächenraum welchen ein Planet in der ersten Minute beschreibt dem in der folgenden gleich sey,

 und

und wenn dies so von Minute zu Minute der ganzen Umlaufszeit fortgeht, so ist dies Gesetz der Bewegung aus zweyen auf den Planeten wirkenden Kräften für alle Puncte seiner Bahn und alle folgende Zeiten mit eben der Leichtigkeit bewiesen. Es wird sich hierin nichts ändern, so lange nicht eine fremde Kraft die Gleichheit des Planetenlaufs in einem und den zunächst folgenden Zeitraum nach der geraden Richtung PQR stört. Die bisher vorgetragenen drey Hauptgesetze der Bewegung der Planeten haben unterdeßen ihren Erfinder dem berühmten Kepler erst alsdann den größten Ruhm erworben, als nach ihm der große Neuton durch dieselben auf ein noch allgemeineres Gesetz bey seiner vortreflichen Entdeckung einer überall vorhandenen Schwerkraft oder gegenseitigen Anziehung der Himmelskörper geführet wurde.

Von der Schwere der Körper auf der Erdoberfläche.

§. 487.

Die Schwere ist eine allgemeine Eigenschaft aller Körper die wir kennen und besteht in einer Neigung derselben sich dem Mittelpunct der Erde zu nähern, oder allemal senkrecht gegen die Oberfläche der Erde mit einer unsichtbaren Kraft zu fallen wenn sie sich frey überlaßen sind. Das Gesetz der Geschwindigkeit ihres Falles welches Galiläus zuerst entdeckt hat, ist folgendes:

Ein

Ein Körper fällt nahe an der Oberfläche der Erde.	in d. 1sten Sec.	15 Fuß,	durchgefallene	Räume				1
	⸗ ⸗ 2ten	⸗ 45	⸗	⸗	⸗	⸗		3
	⸗ ⸗ 3ten	⸗ 75	⸗	⸗	⸗	⸗		5
	⸗ ⸗ 4ten	⸗ 105	⸗	⸗	⸗	⸗		7
Größe d. Falls n. d. 4ten Sec.		240 Fuß	⸗	⸗	⸗			16

Demnach verhalten sich die Räume welche ein Körper vom Anfange seines Falles durchläuft wie die Quadrate der Zeiten, als in der 2ten Secunde ist er 2 × 2 × 15 = 60; in der 4ten 4 × 4 × 15 = 240 Fuß gefallen. Und die in gleichen Zeiten zurückgelegten Räume zeigen die ungeraden Zahlen 1. 3. 5. 7. ꝛc. an, also daß die Geschwindigkeit des Falles der Körper immer zunimmt je länger sie fallen, welches wie in der Naturlehre bewiesen wird schon die Natur der Sache mit sich bringt, weil die Schwere eine fortdaurende Kraft ist, die ununterbrochen auf den Körper während des Falles wirkt, und daher denselben immer mehr beschleunigt.

§. 488. Die genaue Größe des Falles der Körper in der ersten Secunde ist nicht allein durch wirkliche Beobachtungen gefunden, sondern sie läßt sich auch durch folgenden von Huygen erfundenen Lehrsatz aus der genauen beobachteten Länge eines Secunden-Penduls berechnen. Denn er hat bewiesen, daß sich das Quadrat vom Durchmeßer eines Kreises zum Quadrat der Peripherie deßelben verhalte, wie die halbe Länge eines Penduls das Secunden schlägt zur Länge durch die ein Körper in einer Secunde herunter fällt. Nun ist die halbe Länge des Secundenpenduls zu Paris von 18 Zoll 4, 28 Linien (§. 252.) gefunden worden,

wird

wird daher das Verhältniß des Durchmeßers eines Circuls zum Umkreise = 113 : 355 gesetzt; so ist:

	Fall eines Körpers in 1 Sec.		
$113^2 : 355^2$ oder 12769 : 126025 = 220, 28 Linien :	15 Fuß	1 Zoll	2 Linien
Wegen der ungleichen Länge der Secundenpenduln auf der Erdoberfläche oder der daraus folgenden geringern Schwere unterm Aequator kann diese Länge des Falles nicht überall gleich groß seyn. Sie findet sich nach obigem Satz unterm Pol wo die halbe Länge des Penduls 220, 76 Linien (§. 253.) ist von —	15	1	7
und unterm Aequator, wo selbige 219, 61 Linien ist von	15	0	7

§. 489. Die Körper fallen demnach untern Aequator mit einer geringern Kraft der Schwere nieder als untern Polen wovon die Ursache, wie schon §. 251. bemerkt worden, vornemlich von der durch den größten Umschwung der Erde daselbst bewirkten Fliehkraft welche der Schwere entgegen wirkt herzuleiten ist. Die Größe der Schwerkraft womit ein Körper nach vorigen Verhältnißen fällt, oder die Oberfläche der Erde druckt, ist allemal seinem Gewichte gleich, demnach müßen die Körper unterm Aequator etwas leichter werden. Es wird freylich z. B. ein Centner untern Polen auch noch

noch ein Centner untern Aequator seyn, allein die Gewalt womit dies Gewicht in der letztern Gegend fällt wird geringer. Es sind demnach Gründe da, zu glauben daß das Gewicht der Körper oder die Schwere sich verringere je weiter man sich von der Erde entfernt, und Neuton hat die wichtige Entdeckung gemacht, daß die Schwere der Körper mit dem Quadrat der zunehmenden Entfernung vom Mittelpunct der Erde abnimmt. Allein diese Abnahme trägt auch auf den Gipfel des höchsten Berges nur wenig aus. Z. B. die Spitze des Chimboraßo in Peru ist nach Beobachtungen 3217 franz. Klafter über die Meeresfläche erhaben; und der Halbmeßer der Erde ist unterm Aequator = 3281126 Klafter; demnach liegt die Spitze dieses Berges vom Mittelpunct der Erde 3284343 Klafter. Es verhalten sich aber den Halbmeßer der Erde = 100000 gesetzt:

$3281126 : 3284343 = 100000 : 100098$ und daher ist nach Neutons Regel $100098^2 : 100000^2$ = in einem abgekürzten Verhältniße $100196 : 100000$ oder $1 : 0,998 = 1000 : 998$ folglich die Schwere auf dem Gipfel des Chimboraßo nur um $\frac{2}{1000} = \frac{1}{500}$ geringer als auf der Erdoberfläche.

§. 490. Die Schwere treibt um die ganze Erde herum alle fallende Körper senkrecht gegen die Oberfläche der Erde, so daß wenn sie daselbst nicht aufgehalten würden, im Mittelpunct derselben ankommen und liegen bleiben müßten, wohin die Richtung ihres Falles geht (den Erdkörper kugelrund be-

trachtet). Hier wird daher ihre Schwere völlig aufhören und folglich ihr Gewicht immer mehr abnehmen je näher sie innerhalb der Erdkugel dem Mittelpunct kommen. Aus dieser richtigen der Natur der Sache gemäßen Voraussetzung, nebst dem was oben von den Beobachtungen und Berechnungen der Naturforscher über die Verminderung der Schwere in der Höhe gesagt worden, folgt der Schluß, daß die Schwerkraft aller Körper auf der Erdoberfläche am stärksten wirkt, und daß diese sich verringere, wenn man sich von dieser Oberfläche entfernt und entweder innerhalb dem Erdkörper dem Mittelpunct näher kommt oder über demselben sich erhebt.

§. 491. Bisher ist blos von dem Falle der Körper, bey welchen lediglich die Kraft der Schwere auf dieselben wirkt und sie in dem kürzesten Wege, das ist senkrecht oder in einer verticalen Linie, gegen die Oberfläche der Erde treibt geredet worden. Wenn aber ein Körper außer der Schwere noch durch eine andere seitwärts gehende Kraft in Bewegung gesetzt wird, so beschreibt er während seines Falls von beyden getrieben eine krumme Linie. Ein schräge in die Höhe geworfener Stein bewegt sich in der Luft erst durch einen Bogen ehe er wieder auf dem Erdboden zurückfällt, und dieser ist desto größer, folglich die Dauer seines Falles desto länger, je mehr Geschwindigkeit ihn beym Wurf die Hand mitgetheile hat. Diese Wurfbewegung bringt die vom Mittelpunct fliehende Kraft (Centrifugalkraft)

kraft hervor, und der Stein würde von derselben allein getrieben sich in der geraden Linie nach deren Richtung er geworfen wurde beständig fort bewegen und von der Erde entfernen, wenn nicht zugleich die Schwerkraft (Centripetalkraft) beständig auf ihn wirkte und ihn von dieser geraden Richtung zur Erde zurücktriebe; indem nun der Stein nach beyden Kräften sich bewegt, muß er einen bogenähnlichen Flug nehmen. Die Schwere bestimmt eben so die Bewegung einer abgeschossenen Kanonenkugel, einer Bombe rc.

§. 492. Diese allgemeine Schwerkraft aller Körper und Theile der Erdoberfläche, nach welcher dieselben dem gemeinsamen Mittelpunct so nahe als möglich oder gleich nahe zu kommen eine Neigung haben, hat unsern Erdkörper gleich anfangs seine runde Gestalt gegeben, denn keine andere Figur konnte hiebey statt finden. Alle Länder und Meere der Erde erhielten eine gemeinschaftliche gleich starke Ründung; letztere wurden dadurch zur Sicherheit der erstern in ihren Ufern eingeschloßen und beyde gegen einander im vollkommensten Gleichgewicht gesetzt. Nur bey der täglichen Umwälzung der Erde, erhielten vornemlich die Theile um ihren Aequator, durch eine hieraus entstehende Schwung- oder Fliehkraft, ein Bestreben sich vom Mittelpunct etwas mehr wie die übrigen zu erheben und die Erde bekam die Gestalt einer gegen ihre Pole um ein weniges abgeplatteten Kugel. Diese Fliehkraft unterm Aequator vermag aber nichts mehr als daß sie daselbst die Schwere der Körper etwas verrin-

gerte,

gert, denn damit auch nicht dem geringsten Theil der Erdoberfläche der Umschwung der Erde gefährlich würde hat der weise Schöpfer, der Schwerkraft ein großes Uebergewicht über die Fliehkraft gegeben welches untern Aequator, wie die Naturforscher aus dem Abstand und der Umlaufszeit des Mondes verglichen mit der Umdrehungszeit der Erde berechnet 289mal austrägt. Denn Halley giebt hiezu folgende Regel: Das Product von der Cubikzahl der Entfernung des ☾ in Erdhalbmeßern = 60 und der Quadratzahl der Umdrebungszeit der Erde = 24 St. durch das Product der Cubikzahl des Halbmeßers = 1 und Quadratzahl der Umlaufszeit des ☾ = 27 T. 8 St. = 656 St. dividirt, giebt im Quotienten, wie viel mal die Centrifugal- von der Centripetalkraft unterm Aequator übertroffen wird: Hiernach findet sich:

$$\frac{60^3 \times 24^2}{1^3 \times 656^2} = 289.$$

Entdeckung einer allgemeinen Kraft der Schwere oder Anziehung der himmlischen Körper.

§. 493.

Die Wirkungen der Schwerkraft auf der Erdoberfläche und die Bemerkung daß sie sich auch auf den Gipfeln der höchsten Berge nicht sehr merklich vermindern, hat den Naturforschern zuerst auf die Vorstellung gebracht, daß ein solches Bestreben der Körper sich dem Mittelpunct der Erde zu nähern wol noch in größern Entfernungen außerhalb der

Erde,

Erde statt finden müße und sich vielleicht bis zum Monde oder noch weiter erstrecken könne. Das auch noch dieser Trabante gegen die Erde eine Schwere habe und herunter fallen würde, wenn er nicht von einer mächtigen Wurfbewegung die ihm seitwärts forttreibt in seiner Bahn (wie ein Stein nahe bey der Erdoberfläche in der Luft eine Zeitlang) erhalten würde. Daß auf dem Mond und allen übrigen Himmelskörpern eine gleiche Schwerkraft vorhanden sey, nach welchen sich die Materie auf denselben wie bey uns zum Mittelpunct dränge, woraus ihre kugelähnliche Gestalten entstanden sind. Daß Jupiter und Saturn ihre Monde gleichfalls wie die Erde den ihrigen, vermittelst der in ihrer Nachbarschaft noch wirksamen Schwere um sich herumführen. Daß die große Sonne auf eine ähnliche Art noch in unermeßlichen Entfernungen ihre Planeten und Kometen durch ihre mächtige Schwer- oder Anziehungskraft in kreisförmigen Bahnen fortführe. Daß die Planeten gegen einander und gegen die Sonne eine wechselseitige Anziehung haben ꝛc. Mit einem Worte, daß die Schwere eine allgemeine Eigenschaft aller Körper des Sonnenreiches sey.

§. 494. Anaxagoras, Democritus, Plutarch und andere haben schon dies allgemeine Streben der Materie gegen einen gemeinsamen Mittelpunct angenommen. Copernicus schrieb der runden Gestalt der Himmelskörper diese Schwerkraft zu, Tycho selbst mußte der Sonne eine Centralkraft beylegen welche die Planeten in ihren Bahnen erhielte ob sich gleich dieses mit seinem System schwerlich

reimen ließ. (§. 358.) Der scharfsinnige Kepler ging hierin schon weiter als keiner vor ihm. Er bewieß daß die Sonne alle Planeten anziehe und von denselben angezogen würde, oder das ein jeder Planet eine Schwere gegen die Sonne habe; daß vornemlich der Mond vermöge der Anziehung der Erde und der ihm mitgetheilten Bewegung seinen monatlichen Umlauf um dieselbe vollführe, daß zugleich die Wirkung der Sonne auf den Mond deßen Lauf ungleich mache, das die Ebbe und Fluht von der anziehenden Kraft des Mondes herrühre rc. Galiläi, Hevel und mehrere Astronomen hatten gleiche Gedanken. Nur fehlte noch ein Meßkünstler, der das Gesetz nach welchen die Schwere oder anziehende Kraft der Körper in der Entfernung abnimmt, entdeckte und damit die Regeln zur Berechnung derselben lehrte, und diese Ehre war dem großen Neuton einem Schottländischen Baron aufbehalten, welcher den 25 Dec. 1642 gebohren wurde und den 10 März 1727 starb. Die Geschichte dieser berühmten Entdeckung welche in der ganzen neuern Sternkunde so vieles Licht aufgesteckt hat, verdient kürzlich bemerkt zu werden.

§. 495. Neuton, so wird erzählt, ging im Jahr 1666 als er Cambridge der Pest wegen verlaßen hatte, in einem Garten allein spatzieren, und indem er über die Eigenschaft der Schwere nachdachte, sahe er einen Apfel von einem hohen Baume fallen. Daß dieser Apfel vermöge seiner Schwere gegen die Erde fallen mußte da ihm etwa der Wind von seinem Aste losriß, wußte Neuton sehr wohl

wohl und hierin hatte er nichts vor dem gemeinsten Manne voraus; allein der englische Philosoph ging in seinen Untersuchungen weiter; wie, dachte er, wenn der Baum noch viel mal höher gewesen wäre, würde der Apfel noch gefallen seyn, und auch hieran hatte er keine Ursache zu zweifeln, denn da die Schwere auch auf den höchsten Bergen erst sehr wenig abgenommen, warum sollte sie nicht in viel größern Abständen von der Erde noch merklich seyn. Da sich nun keine bestimmte Gränzen in Ansehung der Höhe des Baums von welchen der Apfel nicht mehr herunter fallen könnte, gedenken laßen, so stellte er sich in Gedanken den Baum bis am Monde verlängert vor. Würde auch dann der Apfel noch fallen oder nicht? Die Beantwortung dieser Frage setzte ihn anfangs in Verlegenheit, er entschied selbige aber zuletzt dahin, daß der Apfel auch da noch eine wie wol ohne Zweifel viel geringere Schwere gegen die Erde haben müße und folglich herunterfallen werde; und daß daher selbst der Mond mit eben der Kraft gegen die Erde getrieben würde. Nun falle freylich der Mond nicht auf die Erde, allein die Ursache hievon sey blos in einer dem Monde gleich anfangs mitgetheilten Bewegung zuzuschreiben, eben so wie eine Bombe über unsern Kopf wegfliegen könne ohne senkrecht herunter zu fallen. Er fand ferner hiernach daß der Mond eben diejenigen Gesetze nach welchen eine geworfene Bombe fortfliegt, oder ein jeder Körper senkrecht herunter fällt in seiner Bewegung befolge, daß also blos die Schwerkraft vermögend sey den Mond in seiner

Bahn zu erhalten; daß diese Schwerkraft wie das Quadrat der zunehmenden Entfernung vom Mittelpunct der Erde sich verringere. Neuton konnte aber erst nach einigen Jahren dieses wichtige Verhältniß durch die genauere Ausmeßung der Erde von Picard näher berichtigen und wie er die Perioden der Umlaufszeiten verschiedener Planeten mit ihren Abständen von der Sonne verglich, zeigte sich ihm das nemliche Gesetz wenn er eine der Schwere gleichende Kraft voraussetzte, welche diese Kugeln in ihren Bahnen erhielt. Er berechnete hierauf die wechselseitige Anziehung der Planeten unter sich, wie dadurch ihr Lauf ungleich wird, welches sich vornemlich am Monde zeigt und entdeckte Regeln zur Berechnung der Maße und eigenthümlichen Schwere der Sonne und Planeten, ihrer Dichtigkeit 2c. Und so führten die anfangs geringe scheinende Schlüße über die Schwere zu den wichtigsten Untersuchungen und Entdeckungen die Neuton unsterblich machen.

§. 496. Nachher sind die Wirkungen dieser allgemeinen Schwere der himmlischen Körper durch sehr viele und mancherley Erfahrungen bewiesen, denn die darauf gegründeten Berechnungen treffen mit allen Erscheinungen so genau zu, daß man anjetzt dieselben unmöglich noch in Zweifel ziehen kann. Unterdeßen ob schon die größten Geister allen Scharfsinn angewendet haben über die Ursache dieser Schwerkraft einiges Licht zu verbreiten, so ist man doch hierin noch zu weniger Gewißheit gekommen. Daß nach eben den Gesetzen nach welchen ein Stein

gegen die Erde fällt sich jene große Kugeln des Himmels fortwälzen, hat Neuton bewiesen; allein was treibt den Stein gegen die Erde? ist es eine Impulsion, eine Kraft die von außen auf ihm druckt, oder eine Attraction, eine Anziehungskraft die im Mittelpunct der Erde ihren Sitz hat? Wird der Körper gegen die Erde fortgestoßen oder von derselben angezogen? Geschieht dies vielleicht vermittelst einer gewißen äußerst subtilen Materie, die, wie die neuern Naturforscher bey der Anziehung des Eisens vom Magneten glauben, unaufhörlich durch die kleinsten Zwischenräume beyder Körper dringe, oder können sich zwey Körper anziehen, eine Schwere oder geheime innere Neigung haben sich einander zu nähern ohne Zuthun einiger Materie? Sollte wol diese Anziehung eine eben so wesentliche Eigenschaft aller Körper als etwa die Ausdehnung seyn und wurde nur der Wille des Schöpfers erfordert ihnen diese Kraft zu ertheilen? — Dergleichen und viele andere Fragen und Zweifel über diese Sache sind längst von den Philosophen aufgeworfen, beantwortet, bestritten, und wir sind mit dem allen um nichts weiter gekommen, denn den Grund und ersten Ursprung der Schwere zu erklären scheint die Gränzen unsers Verstandes zu übersteigen. Der Sternkundige kann auch übrigens die weitern speculativischen Nachforschungen deßelben dem Metaphysiker überlaßen. Glücklich genug daß er die unveränderlichen Gesetze kennt nach welchen diese Schwer- oder Anziehungskraft (der Name ist gleichgültig) auf Erden und in den unermeßlichen Räumen der Himmel

 wirkt,

wirkt, um in der daraus entstehenden Dauerhaftigkeit, unverrückten Ordnung und Harmonie des großen Weltgebäudes die unläugbaren Spuren eines weisen Urhebers zu finden.

Vorstellung wie die Planeten ihre Bahnen vermöge der Centralkräfte beschreiben, Gesetze der Wirkung dieser Kräfte.

§. 497.

Die Planeten beschreiben eigentlich, wie schon gesagt, elliptische Bahnen um die Sonne, allein bey Betrachtung der Wirkung der Anziehungs und Fliehkraft vom Mittelpunct oder der Centralkräfte, kann man solche als kreisförmig behandeln weil ihre Gesetze auf eine gleiche Art dabey statt haben, und überhaupt hiebey nur sehr kleine Zeittheile zum Grunde gelegt werden, in welchen der Planet sich durch einen unmerklich gekrümmten Bogen bewegt, den man die Bahn sey eine Ellipse, oder ein Kreis ꝛc. für geradelinigt ansehen kann.

§. 498. Es sey in Fig. 105 in S die Sonne und in P ein Planet, welcher seine Bahn PeB ꝛc. um S beschreibt. Dieser Planet würde nun nach einen einmal vom Schöpfer erhaltenen Stoß gegen A sich beständig in einer geraden Linie nach dieser Richtung fortbewegen, wenn ihm nicht zugleich eine znm Mittelpunct S drückende Kraft, oder welches einerley ist, die Anziehung der Sonne in S beständig von derselben ablenkte und ihn nöthigte den Bogen PB zu beschreiben, an welchen PA eine Tangente

gente ist. Während daß der Planet den Bogen PB zurücklegt, hat er sich folglich um AB von seinen geraden Wege entfernt, und daher drückt AB die Größe der anziehenden Kraft oder die Schwere gegen die Sonne für den Bogen PB aus, dieser mag übrigens circulär, elliptisch, parabolisch ꝛc. seyn. Gesetzt der Planet hätte keinen Stoß gegen A erhalten um von P bis A zu laufen oder diese Bewegung würde aufgehoben, so würde er blos der zum Mittelpunct drückenden Kraft überlaßen seyn und von P nach C mit gleicher Geschwindigkeit gegen S fallen. Es ist aber PC = GB und GB kann mit AB als gleich groß angesehen werden, wenn man sich den Bogen PB als sehr klein vorstellt, den etwa der Planet in 1 Min. durchläuft, wo alsdann derselbe eine Diagonallinie des Parallelogramms CBAP oder CBGP wird. Die Seite BA = BG = CP ist die Größe der Centripetalkraft wenn sie allein wirkte, CP ist aber der Sinus versus des Bogens PeB und nun beweißt die Geometrie daß bey sehr kleinen Bögen der Sinus versus mit dem Quadrat des Bogens im Verhältniß stehe, oder daß $PC = \frac{PB^2}{2 \times PS}$ sey, daher wirkt die Centripetalkraft nach dem Quadrat der Geschwindigkeit oder um einen Planeten bey einer doppelten Geschwindigkeit in seiner Bahn zu erhalten, wird eine vierfache Kraft der Anziehung oder Schwere erfordert.

§. 499. Die Seite BA = BG in dem hier vorkommenden Parallelogramm drückt nun auch die

Wirkung der Centrifugal oder der vom Mittelpunct fliehenden Kraft aus, weil sich der Planet um so weit vom Mittelpunct S würde entfernt haben, während der Zeit da er den Bogen PB durchlief, wenn er von der Centripetalkraft frey gewesen wäre. Nun ist bey einem sehr kleinen Bogen BG = PC mit BA für gleich groß zu halten und die geringe Abweichung des Planeten von der Tangente oder die Linie AB = PC ist nach vorigen §. $= \frac{PB^2}{2 \times PS}$ Daher bringt die kreisförmige Bewegung eine Centrifugalkraft hervor, welche dem Quadrat der Geschwindigkeit dividirt durch den Diameter des Kreises gleich ist; wenn diese Fliehkraft als 1 angesetzt wird. Folglich steht auch die Centrifugalkraft mit dem Quadrate der Geschwindigkeit im richtigen Verhältniße, oder bey einer doppelten Geschwindigkeit wendet der Planet ein vierfach größeres Bestreben an, sich vom Mittelpunct seiner Laufbahn zu entfernen. Da nun beyde Kräfte in jedem Augenblick auf die Bewegung des Planeten zugleich wirken, so muß derselbe eine kreisförmige Bahn um die Sonne beschreiben.

§. 500. Man stelle sich noch dabey zu mehrerer Deutlichkeit vor, wie der Planet in sehr kleinen Zwischenzeiten etwa von Secunde zu Secunde von beyden Centralkräften auf einmal getrieben werde, wobey die vorkommenden unendlich kleinen Bögen als gerade Linien anzusehen sind, denn die Geometrie beweißt, daß der Umkreis eines Circuls aus un=

unendlich kleinen Linien zusammengesetzt ist. Nach Fig. 106. bewege sich der Planet in der ersten Sec. durch den einmal erhaltenen Stoß von a bis b gleichförmig fort, und zugleich werde er inzwischen um ac gegen den Mittelpunct seines Kreislaufes gezogen, so wird er nach e hinkommen. In der zweiten Secunde triebe ihn die erstere Kraft von e nach g, die andere von e nach c, so langt er in i an. In der dritten Sec. würde er von der ersten von i nach h, von der andern von i nach c getrieben und so kommt er nach d und hat also in den verfloßenen 3 Sec. die Diagonale von 3 Parallelogramme beschrieben, deren Höhe und Länge die Centripetal- und Centrifugalkräfte ausmachen.

§. 501. Die Geschwindigkeit zweyer Planeten, oder die einmal erhaltene Kraft mit welchen sie in einer geraden Linie sich unaufhörlich bewegen würden, sey noch so ungleich, so verhält sich allemal die Schwerkraft welche sie in ihren Bahnen gegen die Sonne lenkt, im umgekehrten Verhältniße des Quadrats ihres Abstandes von der Sonne, das heißt sie nimmt ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, wie Newton zuerst aus dem Keplerschen Gesetz (§. 481.) bewiesen. Nach Fig. 105. sey NLD die Erd- und PB die Jupitersbahn, NL und PB sehr kleine Bögen derselben, welche sich hier einander gleich sind weil beyde zwischen gleichen Halbmeßern SB und SP liegen. Wäre nun die Umlaufszeit der Erde und des Jupiters gleich groß, so müßten auch NL und PB in einer gleichen Zeit zurückgelegt werden. So aber bewegt sich Ju-

 piter

piter langsamer, und gesetzt er sey in eben der Zeit etwa in 1 Min. nur von P bis e gerückt während daß die Erde NL beschreibt, so ist Pd für Jupiter und NM für die Erde die Größe der Anziehungskraft der Sonne in einer Minute. Da nun Jupiter 5,2mal weiter wie die Erde von der Sonne steht, (§. 381.) so hat Neuton gefunden, daß sich NM : Pd umgekehrt wie $SN^2 : SP^2$ verhalte, oder daß Pd 27mal geringer als NM sey. Es läßt sich dies auch folgendermaßen herausbringen: Die Entfernung des ♃ von der ☉ ist = 52 = SP der ♁ = 10 = SN; die Bewegung des ♃ in 1 Min. oder der Bogen Pe = $12\frac{1}{2}'''$, der ♁ oder der Bogen NL = 150''' (Tertien). Da nun nach

§. 498. $NM = \frac{NL^2}{2 \times NS}$ und $Pd = \frac{Pe^2}{2 \times PS}$

so ergiebt sich das Verhältniß von NM : Pd weil die Schwerkraft in der weitern Entfernung abnimmt aus beyden Quotienten vom Quadrat der Bögen durch die umgekehrten Abstände dividirt.

Demnach $\frac{150^2}{104} : \frac{12\frac{1}{2}^2}{20} = 216 : 8 = 27 : 1$

welches die Quadratzahlen der Entfernung des ♃ und der ♁ von der Sonne sind. Es läßt sich ferner beweisen, daß da die Centripetalkraft wie das Quadrat der zunehmenden Entfernung von der Sonne abnimmt, die Geschwindigkeit der Wurfbewegung zweyer Planeten mit der Quadratwurzel ihres Abstandes im verkehrten Verhältniße stehen muß, wenn erstere beyde in einer kreisförmigen Bahn erhalten

halten soll, und daß daher die Bewegung mit ihren weitern Abstande immer langsamer werde (§. 474.)

§. 502. Wenn die ursprüngliche und geradelinigte Wurfbewegung der Planeten oder die daher entstehende Centrifugalkraft aufhörte, so würden sie von der Schwerkraft allein getrieben zum Mittelpunct ihrer Laufbahnen oder in die Sonne fallen. Whiston hat berechnet daß bey dieser Voraussetzung in den mittlern Entfernungen; Merkur in 15 Tagen 13 St.; Venus in 39 Tagen 17 St.; die Erde in 64 Tagen 10 St.; Mars in 121 Tagen; Jupiter in 290 Tagen und Saturn in 767 Tagen auf die Sonne anlangen würden. Eben so, wenn unser Mond und die Monde des Jupiters und Saturns aufhörten sich zu bewegen so würden sie von der Schwere gegen ihre Hauptplaneten zurückfallen Unser Mond würde in 4 Tagen 20 St. auf die Erde; der 1ste Trabant des ♃ in 7 St.; der 2te in 15; der 3te in 30; der 4te in 71 St. auf dem Jupiter; der 1ste Trabant des ♄ würde in 8 St. der 2te in 12; der 3te in 19; der 4te in 68; der 5te in 336 St. auf den Saturn ankommen. Ferner müßte ein Stein von der Oberfläche der Erde bis zu ihren Mittelpunct in 21′ 9″ gelangen, wenn er frey fallen könnte.

§. 503. Da die Planeten nicht Circulskreise sondern Ellipsen um die Sonne beschreiben, so läßt sich nach Fig. 103 leicht zeigen daß die Centrifugal und Centripetalkraft nicht in allen Puncten derselben gleich groß seyn könne, obgleich die Gesetze derselben dabey eben so als bey der Circulbewegung statt

finden

finden. In der Gegend der Sonnennähe und Sonnenferne um P und A herum sind die Bahnen am stärksten gebogen, weil in der erstern die Centripetalkraft und Geschwindigkeit am stärksten und in der andern beyde am schwächsten sind. Die Geschwindigkeit in P verhält sich zur Geschwindigkeit in A wie AS zu SP. Die Centripetalkraft in beyden Puncten wie AS^2 zu SP^2 und die Centrifugalkraft wie Neuton bewiesen wie $AS^3 : SP^3$. Hieraus läßt sich die Annäherung und Entfernung des Planeten von der Sonne indem er seine elliptische Bahn beschreibt vorstellig machen. Es kann hiebey vorausgesetzt werden, daß die Kraft der Wurfbewegung eines Planeten im Aphelio A geringer ist als erfordert wird um ihn mit der Centripetalkraft in einem Kreise fortzuführen deßen Halbmeßer = SA ist, und daher muß er nothwendig in dieser Gegend einen stärker gekrümmten Bogen beschreiben, und sich folglich der Sonne von da an nähern. Bey dieser Annäherung nimmt seine Geschwindigkeit zu damit die zurückgelegten Räume der Zeit proportional bleiben (§. 483.) und gesetzt er komme im Perihelio P und sein Abstand von der Sonne sey 4mal geringer als im Aphelio, so wird seine Geschwindigkeit 4mal größer geworden seyn. Allein es braucht hier im Perihelio die Geschwindigkeit nur doppelt so groß zn seyn als im Aphelio um einen Circul zu beschreiben deßen Halbmeßer SP ist (weil bey dieser Voraussetzung die Geschwindigkeit sich im umgekehrten Verhältniß der Quadratwurzel aus den Abständen vermehrt (§. 501.) und folglich wird

der

der Planet wenn er durch P gegangen, nach und nach Bögen beschreiben die größern Kreisen zugehören, das heißt er wird sich wieder von der Sonne entfernen und zu seinem Aphelio hinansteigen.

§. 504. Man kann auch sagen: Wenn der Planet in P der Sonne 4mal näher ist, so ist die Anziehungskraft der Sonne 16mal stärker; die Centrifugalkraft aber wird 64mal größer seyn, weil jene mit dem Quadrat, diese hingegen mit dem Cubus der abnehmenden Entfernung wächst; daher wird im Perihelio die Centrifugalkraft viel größer als die Centripetalkraft seyn und folglich ist es kein Wunder daß sich der Planet von P an wieder von der Sonne entfernt. Um die Zeit der mittlern Entfernung wird die Centrifugalkraft der Centripetalkraft gleich, allein auch alsdann wird sich noch der Planet der Sonne nähern oder davon entfernen und dies vermöge der schrägen Richtung seines Laufes gegen dieselbe. Vom Aphelio bis zum Perihelio nimmt die Geschwindigkeit und die Centrifugalkraft des Planeten zu je näher er der Sonne kömmt die zugleich zunehmende anziehende Kraft derselben aber sichert ihn daß er nicht aus seiner Bahn geschleudert wird. In der andern Hälfte seiner Bahn muß der Planet indem er sich wieder von der Sonne entfernt, nach und nach die in der erstern erhaltene größere Geschwindigkeit völlig wieder verlieren, um in A allemal nach einer gleichen Zeit wiederzukehren und mit gleichen Kräften seinen Umlauf aufs neue anzutreten.

§. 505. Hier entsteht die Frage, ob der Lauf der Planeten in einem leeren Raume oder durch Materie geschehe. Ist das erste, so wird es schwer zu erklären, wie diese grosse Körper mit einander ohne alle Materie in Verbindung stehen, sich wechselsweise anziehen können, und ist das letztere, so scheint es als wenn diese Materie der Bewegung der Planeten hinderlich seyn und durch ihren Widerstand, er sey auch noch so geringe, dieselbe nach und nach aufhalten werde, da doch alte Beobachtungen von vielen Jahrhunderten her mit neuern verglichen zeigen, daß die Dauer ihrer Umlaufszeiten keine Veränderung gelitten. Neuton nahm zum Behufe der unverminderten Geschwindigkeit der Planeten einen völlig leeren Himmelsraum an; Cartesius hingegen gedachte sich denselben als mit Materie angefüllt, die von der Sonne bis zu den äußersten Gränzen ihres Gebiets in Wirbeln kreisförmig sich umschwingt und in deren Strom die Planeten fortschwimmen. Beyde Hypothesen haben aber vieles wieder sich, und die Meinung derjenigen kommt wol der Wahrheit am nächsten welche annehmen daß zwar im Weltraum eine Materie, Himmelsluft, Aether, vorhanden ist, diese sey aber so äußerst subtil daß sie den Lauf der Planeten wenigstens nicht merklich stört. Die Anziehungskräfte müßen auch wol nicht blos vermittelst dieses Aethers sondern noch aus andern Ursachen die uns verborgen sind auf die Himmelskörper wirken. Sollte man auch nicht annehmen können, der Schöpfer habe der mächtigen Anziehungskraft der

Sonne

Sonne auf die Planeten so viel zugelegt, als erforderlich ist den geringen Wiederstand der Bewegung den der Aether verursacht zu überwinden um die Planeten jedesmal nach Verfließung gleich langer Zeiten in ihren Bahnen herum zu lenken.

Wie aus der Schwere auf der Erdoberfläche die Umlaufszeit und Entfernung des Mondes gefunden wird.

§. 506.

Der Mond läuft in 27 Tagen 8 St. um unsere Erde und daß die Ursache hievon seine Schwere gegen die Erde sey zeigt folgendes Beyspiel. Nach Fig. 107. ist C der Mittelpunct der Erde LMBT die Mondbahn, der Mond sey in L und werde vermöge eines einmal erhaltenen Stoßes in der geraden Linie Ln fortgeführt wenn ihm nicht seine Schwere oder die Anziehung der Erde von derselben ab in seiner Bahn zurücklenkte. LM sey der Bogen welchen der Mond hiernach in 1 Sec. durchläuft, so ist LN die Größe seiner Schwerkraft oder wie viel mal der Mond inzwischen gegen die Erde gefallen ist. Nach Neutonschen Grundsätzen nimmt die Schwere ab wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunct der Erde zunimmt. Setzen wir demnach $CL = 60 \times Ca$ oder den Mond 60 Erdhalbmeßer von uns, so ist die Kraft mit welcher der Mond gegen die Erde schwer ist $60 \times 60 = 3600$mal geringer als bey den Körpern auf der Erdoberfläche; oder ein Gewicht von 3600 Pfund

würde

würde in der Entfernung des Mondes nur 1 Pfund schwer seyn. Nun fällt ein Körper bey uns in der ersten Secunde seines Falles $15\frac{1}{12}$ Fuß gegen die Erde und daher der Mond in dieser Zeit um

$$\frac{15\frac{1}{12}}{3600} = \frac{1}{239} \text{ Fuß,}$$

welches die Größe von LN ist. Hörte nun die Kraft der Wurfbewegung des Mondes von L gegen n auf, so würde dieser Himmelskörper der Kraft der Schwere allein überlaßen auf die Erde mit einer zunehmenden Geschwindigkeit herabfallen, so daß die zurückgelegten Räume den Quadraten der Zeiten proportional wären (§. 487). Folglich ist der 1sten Sec. $\frac{1}{239}$ Fuß; in der 2ten $4 \times \frac{1}{239}$; in der 3ten $9 \times \frac{1}{239}$ ꝛc.

§. 507. Nun ist LN der Sinus versus des Bogens LM den der Mond in 1 Sec. zurücklegt. In 1 Sec. bewegt sich aber der Mond 33‴ demnach ist LN der Sinus versus von 33‴. Daferne der Halbmeßer der Erde in Füßen bekannt und der Mond 60mal so weit = CL gesetzt wird, so läßt sich schon aus der Berechnung was nach trigonometrischen Gründen der Sinus versus eines Bogens von 33‴ für ein Theil vom Radius sey, findet daß LN $\frac{1}{239}$ Fuß austrage. Wenn man unterdeßen aus der bekannten Größe von LN die Größe des Bogens LM den der Mond in 1 Sec. beschreibt in Füßen und hiernach auf seine ganze Umlaufszeit schließen will, so dient dazu folgende leichte Rechnung. In der Geometrie wird gezeigt, daß NM

die

die mittlere Proportionallinie zwischen NL und TN sey oder TN : NM = NM : NL. Da aber der Bogen LM nur 1 Secunde groß ist, so kommt NM mit LM überein und da auch LN gegen LT fast für nichts zu rechnen ist, so kann man statt NM, LM und statt TN, TL setzen, demnach: TL : LM = LM : NL oder $LM^2 = TL \times NL$ (das ist, der Sinus versus steht mit dem Quadrate sehr kleiner Bögen im Verhältniß (§. 498). Wird nun nach §. 264. der Halbmeßer der Erde Ca zu 19632700 franz. Fuß angenommen, so ist TL $= 120 \times 19632700 = 2355924000$ und daher $TL \times NL = 2355924000 \times \frac{1}{239} =$ 9857420 Fuß $= LM^2$ folglich LM = 3140 Fuß der Weg des Mondes in 1 Secunde und damit 11304000 in einer Stunde. Aus dem Durchmeßer TL läßt sich nach dem Verhältniß 113 : 355 der Umkreis der Mondbahn finden, selbige beträgt hiernach 8363530200000 Fuß, und nach der Division mit 11304000 ergiebt sich daß der Mond dieselbe in 655 Stunden = 27 Tage 7 Stunden zurücklegen muß, welches mit den Beobachtungen zutrift.

§. 508. Wenn man das Neutonsche Gesetz der Schwere zum Grunde legt, so kann man auch daraus den Abstand des Mondes von der Erde finden, wodurch sich die Richtigkeit deßelben ebenfalls bestätigt, und dieser Methode haben sich einige Astronomen bedient um die Parallaxe des Mondes zu finden ehe solche genau beobachtet wurde. Es ist

bekannt, daß sich die Entfernung aller Planeten von der Sonne nach dem Keplerschen Gesetz §. 481, aus ihren Umläufen finden läßt, wenn man den Abstand eines einzigen weiß. Eben so ist es ohngefehr mit dem Abstande des Mondes von der Erde in Vergleichung der Körper auf der Erdoberfläche. Man kennt die Schwerkraft der letztern und ihre Entfernung vom Mittelpunct der Erde, imgleichen die Umlaufszeit des Mondes welche eine Wirkung der Schwere deßelben gegen die Erde ist (§. 507.) woraus sich Regeln zur Erfindung der Entfernung des Mondes ergeben. Man kann auch den Fall der Körper auf der Erdoberfläche in einer Secunde $= 15\frac{1}{12}$ Fuß, den Fall des Mondes gegen die Erde in eben der Zeit $= \frac{1}{239}$ Fuß $=$ LN Fig. 107. (§. 506) und den Halbmeßer der Erde $= 19632700$ Fuß hiebey zum Grunde legen; alsdann ist die Regel folgende: Wenn nach Fig. 107. LM der Bogen ist den der Mond in 1 Sec. Zeit macht $= 33'''$, so ist die Cubikwurzel aus:

$$\frac{\text{Sin. versus von LM} \times ac}{15\ \text{Fuß}} = \text{den Sinus der horizontalen Parallaxe des ☾.}$$

zontalen Parallaxe des ☾. Rechnen wir hier mit Logarithmen, so steht das Beyspiel also:

Log. des Sin. versus von 33''' (nach Trigon. Tafeln)	8.54929
Log. ac = 19632700 — — —	7.29298
	5.84227
Log. von $15\frac{1}{12}$ Fuß — — —	1.17842
	4.66385
Hieraus d. Cubikwurzel od. weil es Log. sind div. durch 3)	8.22128

giebt

giebt den Log. Sinus der horizontalen ☾ Parallaxe = 57 Min. 13 Sec. woraus sich die Weite des ☾ selbst leicht berechnen läßt (§. 231).

Von der wechselseitigen Anziehung der Sonne und Planeten.

§. 509.

Zur richtigen Beurtheilung der Kraft, mit welcher ein größerer Himmelskörper einen kleinern anzieht, ist es nach der 108 Fig. nothwendig auf die verhältnißmäßige Größe beyder Körper und ihre Entfernung Achtung zu geben. Es sey demnach A der anziehende und B der angezogene, so ist 1) zu merken, daß je größer A ist um desto größer ist auch die Kraft mit der er B an sich zieht; ist A z. B. 10mal größer, so wird auch B mit einer 10fachen Gewalt angezogen ꝛc. (Unter der Größe wird hier nicht die bloße Ausdehnung sondern eigentlich die Masse oder Menge Materie in einem oder dem andern Körper verstanden.) 2) Daß wenn die Entfernung B A bleibt der Körper B mit einer desto größern Kraft angezogen wird, je größer er selbst ist; denn gedenkt man sich A als die Erde und B als einen in die Höhe geworfenen Stein, so wird derselbe um so viel stärker gegen die Erde fallen je mehr Gewicht er hat. Bleiben 3) die Maßen beyder Körper unter sich immer gleich groß, die Entfernung AB aber wird verändert, so nimmt die Anziehung mit dem Quadrat der zunehmenden Entfernung ab und mit der abnehmenden zu, wo-

von schon vorher geredet worden. Man sagt daher, daß die Kraft der Anziehung im ordentlichen Verhältniß mit der Maße des anziehenden und angezogenen Körpers und im umgekehrten mit dem Quadrate der Entfernung stehe. Demnach muß die Anziehungskraft in sehr großen Entfernungen zuletzt unmerklich werden, sie kann aber beträchtlich seyn selbst wenn die Körper nur klein sind, so bald sie nemlich nahe an einander kommen.

§. 510. Dies läßt sich allgemein auf die Himmelskörper anwenden. Die Sonnenkugel hat noch über 800mal mehr Maße als die sechs Hauptplaneten zusammen genommen, ihre Kraft der Anziehung muß daher auf diese Körper noch immer auch bey den entferntesten derjenigen vielfach überwiegen womit die Planeten sich unter einander anziehen, und letztere werden folglich ein jeder für sich dem mächtigen Zuge der Sonne folgend ihre Laufbahnen um dieselbe beschreiben. Gegen die Fixsterne werden freilich Sonne und Planeten auch noch einige Schwere haben, allein die Wirkung derselben in der Bewegung der Planeten wird bey der ungeheuren Entfernung der Fixsterne, sie mögen auch noch so viel Maße haben ganz unmerklich, so daß außer der Kraft mit welchen die Sonne alle Planeten an sich zieht nur noch diejenigen Kräfte womit sich diese Körper unter sich anziehen in Betrachtung kommen. Diese Kräfte können, wenn sich zwey Planeten einander nähern, nach dem Verhältniß ihrer Maßen und der Größe der Annäherung so wirksam werden daß sie den Gang desjenigen Planeten in etwas stö-

ren

ren der von beyden die wenigste Maße hat, welches die Astronomen wirklich beobachten. Die Erde leidet vornemlich von der Anziehung des Jupiters, wegen seiner Größe und von der Venus bey ihrer Annäherung einige Veränderung in ihrer Bewegung So könnte auch ein Komet der einen Planeten sehr nahe vorbey liefe den Lauf deßelben merklich ändern. Der Mond ist der kleinste unter den Planeten; er wird aber wegen seiner Nähe bey der Erde von derselben am stärksten angezogen, und da er zugleich vornemlich gegen die Sonne eine wie wol viel geringere Schwere hat, so wird dadurch sein Lauf sehr ungleich. Die tiefsinnigen Berechnungen der Anziehungskräfte des Mondes und aller Planeten unter sich in allen möglichen Stellungen und Entfernungen um daraus ihren jedesmaligen Ort mit der größten Genauigkeit zu bestimmen, sind von den neuern Astronomen nach den zum Grunde gelegten Entdeckungen der Schwere mit vielen Fleiß und einen ziemlich glücklichen Erfolg vorgenommen worden.

§. 511. Hier läßt sich von diesen Untersuchungen nur folgendes allgemein sagen: Wenn zwey Körper mit einer gleichen Kraft und nach parallelen Richtungen von einem dritten angezogen werden, so wird ihre Lage gegen einander dadurch nicht verändert, welches nur statt findet wenn der letzte Körper einen von den beyden erstern stärker als den andern anziehet, denn es kömmt vornemlich nur der Unterschied der Anziehungskraft in Betrachtung. Der Mond leidet bey seiner Bewegung um die Erde

keine Veränderung seiner Geschwindigkeit oder Entfernung als wenn er inzwischen von der Sonne bald etwas mehr bald etwas weniger wie die Erde angezogen wird. Um die Wirkung zu berechnen mit welcher ein größerer Planet die Bewegung der Erde stört, muß man die Anziehungskraft des Planeten auf die Sonne und der Erde wißen und auf dem Unterschiede von beyden wird eigentlich die Rechnung gegründet, wäre dieser Unterschied = 0 so würde die Erde von den Planeten keine Verrückung leiden. Die Anziehungskraft der Sonne auf einen jeden der sechs Hauptplaneten ist gleich der Maße der Sonne = S dividirt durch das Quadrat des Abstandes = r derselben, allein eiu jeder Planet zieht hinwieder die Sonne mit einer Kraft an, die seiner Maße = T dividirt durch das Quadrat seines Abstandes von der Sonne gleich und daher viel schwächer ist; hiernach ist also die anziehende Kraft der Sonne auf die Planeten $= \frac{S+T}{r^2}$

Wegen der wie wol geringen Anziehung der Planeten kann der Ort der Sonne in den gemeinschaftlichen Brennpunct aller Planetenbahnen nicht ganz unveränderlich seyn, sondern die Sonne beschreibt eigentlich um den gemeinsamen Schwerpunct ihrer und aller Kugeln ihres Systems einen kleinen Kreis, die daher entstehende kleine Ungleichheiten des Sonnenlaufes werden aber bey den astronomischen Rechnungen auf die Planeten geschoben und die Sonne als unbeweglich betrachtet.

§. 512.

§. 512. Die Regel daß die Maße des anziehenden Planeten dividirt durch das Quadrat seines Abstandes von dem angezogenen, die Wirkung seiner Anziehung herausbringe gilt nur wenn der Zug gerade und in der Richtung des Radius vectors oder der zur Sonne gehenden Linie vor sich geht. Die Planeten ziehen sich aber die mehreste Zeit unter schiefen und veränderlichen Winkeln an, wobey die Wirkung aus den beyderseitigen zusammengesetzten Anziehungskräften (deren jeder für sich die Maße durch das Quadrat des Abstandes dividirt gleich ist) nach dem vorkommenden Winkel beurtheilt werden muß. Es werde nach Fig. 109. ein Körper D von zwey andern gegen B und C hinaus liegenden unter dem Winkel BDC zugleich angezogen; DB drückte die Kraft aus mit welcher der gegen B liegende und DC der gegen C liegende Körper, den Körper D anzieht, so wird der letztere in eben der Zeit da er von der einen oder andern Kraft besonders getrieben nach B oder C würde hingekommen seyn, nun durch beyde vereinte Kräfte DA oder die Diagonallinie des Parallelogramms DBAC beschreiben. Eben so wenn der Zug gegen b und c mit Kräften die die Längen der Linien Db und Dc anzeigen ginge, so würde D inzwischen gleichfalls in A anlangen. Dieser mechanische Grundsatz findet auch bey rechtwinklichten Parallelogrammen statt, wovon schon im vorigen verschiedenes vorgekommen.

§. 513. Die 110te Figur stellt einigermaßen die Wirkung der Anziehung der Erde vom Jupiter vor.

 Es

Es sey in S die Sonne, Tc die Erd- und HI die Jupitersbahn. Beyde Planeten bewegen sich nach der Richtung wie die gezeichneten Pfeile zeigen. Man setze die Erde stehe in T und ♃ in I. Erstere bewege sich in einem kleinen Zeitraum von T nach e (in der Figur ist diese Bewegung groß vorgestellt damit die Linien aus einander fallen) in der Tangente ihrer Bahn, als wenn sie von der Sonne nicht angezogen würde. In e hätte sie sich demnach um ec von ihrer Bahn entfernt und ec drückte daher ihre Schwere gegen die Sonne und die Richtung nach welcher sie von derselben angezogen wird aus. Mittlerweile ziehe nun ♃ die Erde nach der Richtung eI bis in d an sich, so wird, wenn das Parallelogramm edca vollendet wird, die Diagonallinie ea den Weg der Erde durch die Anziehungskräfte der Sonne und des ♃ vereint vorstellen, und die Erde wird in a seyn, statt daß die bloße Anziehung der Sonne sie in c würde gebracht haben. Hier hätte demnach die anziehende Kraft des ♃ die Entfernung der Erde von der Sonne vergrößert und ihre Bewegung beschleunigt. Da man aber die Maße des ♃ = $\frac{1}{1000}$ der Maße der Sonne setzen kann, so wird, weil ♃ 5mal weiter von der Sonne wie die Erde steht, die Kraft mit welcher dieser Planet die Erde anzieht aufs höchste nur etwa $\frac{1}{25000}$ von der Kraft seyn mit welcher die Sonne dieses verrichtet. Vermittelst des Verhältnißes dergleichen Kräfte der Planeten gegen einander und der jedesmaligen Richtung nach welcher sie wirken, berechnen die Astronomen wie der Lauf

der

der Erde und folglich der scheinbare Ort der Planeten dadurch Veränderungen leidet.

§. 514. Die Ungleichheiten des Mondenlaufes, die bey der Nähe deßelben sehr merklich werden, rühren größtentheils von der anziehenden Kraft der Sonne auf den Mond her und verdienen noch einige Anzeige. Fürs erste ist die Bahn des Mondes um die Erde selbst nicht kreisförmig, sondern elliptisch. Die Erde als stillstehend betrachtet liegt in den einen Brennpunct derselben, und die Entfernung dieses Brennpuncts vom Mittelpunct oder die Eccentricität der Mondbahn trägt 550 in Theilen aus deren sein mittlerer Abstand von der Erde 10000 hat. Er müßte also nach dem Keplerschen Gesetz in gleichen Zeiten gleiche Räume zurücklegen, folglich sich schon ungleich bewegen (§. 483.), wenn auch die Erde still stünde und der Mond keine Anziehung von der Sonne litte. Nun aber findet dieses letztere nicht allein mehr oder weniger nach den verschiedenen Stellungen des Mondes statt, sondern die Erde rückt auch mit der Mondbahn in ihrer eigenen Bahn fort, der Mond muß ihr beständig folgen und nimmt also zugleich an allen ungleichen Bewegungen der Erde Antheil. Die erste Ungleichheit des Mondes in seiner elliptischen Bahn heißt die Gleichung des Mittelpuncts, und wird auf eben die Art wie bey den Planeten berechnet. Die andern sind freylich viel geringer aber nicht so leicht zu finden.

§. 515. Es sey in Figur 111. T die Erde, RLQN die Bahn des Mondes (welche hier kreis-

 förmig

förmig vorkömmt) und in S die Sonne, so kann der Mond nicht anders seiner Bahn ungestört folgen als wenn die Wirkungen der Anziehung der Sonne so wol ihn als die Erde in paralleler Richtung und gleich stark treffen, da dies aber wegen der bald größern bald kleinern Entfernung des Mondes von der Sonne als die Erde, als auch wegen der schiefen Richtung unter welchen die Sonne, Mond und Erde anzieht, nicht statt finden kann, so muß die Bewegung des Mondes von der Anziehung der Sonne verschiedene Veränderungen leiden, welches sich beyläufig schon aus der Figur beurtheilen läßt. Die zweite heißt Evectio und entsteht von einer Anziehungskraft der Sonne welche den Mond aus seiner Bahn zieht. Sie ist im neuen und vollen Lichte in N und L am stärksten weil da ihr Zug senkrecht geschieht, und zwinget den Mond außer seiner Bahn; in den Quadraturen Q und R aber wegen der schrägen Richtung etwas innerhalb seiner Bahn zu gehen. Alles dieses wird schwächer oder stärker je nachdem die größere oder kleinere Axe der elliptischen Mondbahn der Sonne zugewendet ist ꝛc. Die dritte heißt Variatio und besteht vornemlich in einer Veränderung der Geschwindigkeit des Mondes in seiner Bahn, diese ist 45° vor und nach N und L am stärksten und hört in den Quadraturen sowol als im Neuen und Vollen Monde gänzlich auf zu wirken. Die vierte Ungleichheit heißt die jährliche und entsteht von der ungleichen Kraft der Sonne selbst nach ihren verschiedenen Abstande von der Erde. Auf diese Art ist schon der Lauf des Mondes sehr

ver-

verwickelt zu berechnen, er wird aber noch schwerer da man um ihn ganz genau zu bestimmen auch auf die elliptische Gestalt seiner Bahn und ihre Neigung gegen die Fläche der Ecliptik Rücksicht nehmen muß. Dieser weitläuftigen und schweren Arbeit die Größe aller Ungleichheiten des Mondes für eine jede Zeit nach gewißen Regeln zu bestimmen um darnach seinen Ort am Himmel mit der erforderlichen Genauigkeit berechnen zu können haben sich die größten Geometer und Astronomen unterzogen, nachdem Newton sie zuerst auf die Spur brachte. Vornemlich sind Clairaut, Euler, d'Alembert rc. durch ihre geometrischen Untersuchungen dieser Mondstheorie berühmt geworden; Halley, le Monnier, Caßini, de la Caille rc. haben den Mond zu dem Ende fleißig beobachtet. Endlich hat Tobias Mayer in Göttingen aus diesen und eigenen Beobachtungen und Berechnungen die genauesten Tafeln geliefert (§. 419.) nach welchen sich die richtige Länge, Breite, stündliche Bewegung, Parallaxe rc. des Mondes für eine jede Zeit berechnen läßt.

Von der Maße, Dichtigkeit rc. der Planeten.

§. 516.

Die Größe, Ausdehnung eines Planeten ist mit seiner Maße nicht einerley, denn diese letztere ist eigentlich die Menge Materie in seiner Kugel, das Gewicht oder die eigenthümliche Schwere derselben nach welcher die Anziehungskraft auf ihn wirkt. Diese Maße hängt von der Dichtigkeit der kör-

körperlichen Materie ab, aus welcher der Planet zusammengesetzt ist, und diese Dichtigkeit ist, wenn die Maße bleibt um so viel größer als die Größe des Planeten geringer ist. Die verschiedenen Maßen der Planeten laßen sich aus den Gesetzen der Anziehung und der Größe ihrer Wirkungen herleiten und man kann hiernach leicht auf ihre Dichtigkeit schließen. Um dies einigermaßen vorzustellen legen die Astronomen gemeiniglich die Maße der Erde zum Grunde, weil deren Anziehung aus ihren Wirkungen bekannt ist, und suchen hieraus die Regeln zur Vergleichung der Maßen der übrigen Planeten.

§. 517. Hierzu mag folgendes allgemeine Beyspiel dienen: Der erste Jupiterstrabant umläuft seine Bahn um den Jupiter in einem Abstande, der bis auf eine Kleinigkeit dem Abstand des Mondes von der Erde gleich ist. Gesetzt nun, dieser Mond des Jupiters vollendete seinen Umlauf um den Jupiter in eben der Zeit, in welcher unser Mond den seinigen vollendet, so würde sich folgern laßen, daß die Kraft mit welcher Jupiter diesen Trabanten in seiner Bahn erhält, derjenigen gleich sey, mit welcher die Erde auf den Mond wirkt, und daß daher die Maßen beyder Planeten einander gleich seyn müßten. Alsdann würde die Dichtigkeit der Erde die Dichtigkeit des Jupiters 1478mal übertreffen, weil Jupiter um so viel größer als die Erde gefunden worden. (§. 479.) Nun aber umläuft der 1ste Jupiterstrabant seine Bahn (deren Weite mit unserer Mondbahn gleich gesetzt wird) in 42 St.

und

und demnach fast 16mal geschwinder als unser Mond, deßen Umlaufszeit 27 Tage 8 St. ist.

§. 518. Die Kraft der Anziehung steht nun in gleichen Entfernungen mit dem Quadrate der Geschwindigkeit im Verhältniße (§. 498.) und Jupiter muß aus diesem Grunde eine 256mal größere Kraft anwenden den ersten Trabanten in seiner Bahn zu erhalten. Woraus sich folgern läßt, daß die Maße des Jupiters die Maße der Erde 256mal übertreffe oder daß dieser Planet so viel mal mehr Materie als der Erdkörper enthalte. Gleichwol ist seine Kugel 1478 mal größer als unsere Erde, ihre Dichtigkeit muß daher fünf mal geringer als die Dichtigkeit der Erdkugel seyn. Ohngefehr auf diese Art wurde der große Neuton zu seinen tiefsinnigen Untersuchungen über die Maßen und Dichtigkeiten der Planetenkugeln geführt: Je weiter nemlich ein Trabant von seinem Hauptplaneten entfernt ist und je geschwinder er um denselben seinen Umlauf vollendet; eine desto größere Kraft der Anziehung (oder Maße, eigenthümliche Schwere) verräth sich an diesem Hauptplaneten.

§. 519. Die allgemeine Regel, welche Neuton hierüber gegeben und bewiesen ist folgende: Die Maßen oder die Menge Materien in allen Kugeln unserer Sonnenwelt verhalten sich gegen einander wie die Cubi ihrer Entfernungen in welchen diese Kugeln um andere herumlaufen, und verkehrt, wie die Quadrate der Umlaufszeiten dieser herumlaufenden Körper. Man braucht also nur die Würfel der Entfernungen durch die Quadrate der

Um-

Umlaufszeiten zu dividiren um die Maßen zu finden. Man sucht z. B. die Maße des Jupiters im Verhältniß der Maße der Sonne, wenn nemlich letztere = 1 gesetzt wird. Dieses wird sich nach voriger Regel aus dem bekannten Umlauf eines andern Planeten um die Sonne und deßen Entfernung von derselben, imgleichen aus der Umlaufszeit eines der Jupiterstrabanten und deßen Abstande vom ♃ finden laßen. Es ist demnach:

die Umlaufszeit der ♀ = 224 T. 16 St. od. 225 T.
" " des 4ten ♃ Trab. 16 T. 16 St. od. 17 T.

Die Entfernung der ♀ von der ☉ = $\frac{723}{10000}$ in Theilen des Halbmeßers der Erdbahn wird zur Erleichterung der Rechnung = 10000 gesetzt

Dann ist nach Beobachtungen die Entfernung des Trabanten vom ♃ in eben solchen Theilen = 173

Und $\frac{173^3}{10000^3} : \frac{225^2}{17^2} = 1 : 0{,}000901$ od. $1 : \frac{1}{1110}$

Folglich die Maße des ♃ $\frac{1}{1110}$ von der Maße der Sonne.

§. 520. Es wird aber in der folgenden Tafel §. 524. die Maße der Erde zum Maßstabe angenommen oder dieselbe = 1 gesetzt. Wenn man daher das Verhältniß der Maßen der Sonne und Erde sucht, so wird dazu der periodische Umlauf des Mondes und sein Abstand von uns; dann die Entfernung der Erde von der Sonne und ihre Umlaufszeit als bekannt vorausgesetzt:

Die

Die Dauer des Umlaufs des Mondes ist = 656 St
= = = der Erde ist = 8766 St.
Die Entfernung des Mondes von der Erde = 1
= = = der Erde von der Sonne = 402

Demnach: $\frac{402^3}{1^3} : \frac{656^2}{8766^2} = 363800 : 1$ woraus folgt, daß die Sonne ohngefehr 364000mal schwerer als die Erde sey. Da auch vorhin die Schwere des ♃ = $\frac{1}{1110}$ von der Schwere der Sonne herausgebracht ist, so ergiebt sich, daß die Schwere der Erde von der Schwere des ♃ etwa 330 mal übertroffen wird. In der vorigen Rechnung wurde 256mal durch einen beyläufigen Ueberschlag heraus gebracht. Uebrigens ist nach diesem Beyspiele die Methode hinlänglich zu erkennen nach welcher sich die Maßen der Planeten finden laßen.

Anmerk. In der folgenden Tafel die aus de la Lande Connoissance des tems entlehnt ist, wird die Schwere der Sonne, des Jupiters ꝛc. anders als obiges Beyspiel giebt, angesetzt; es ist aber sehr begreiflich, daß dergleichen Art Rechnungen merklich von einander abgehende Resultate geben müßen, so bald die zum Grunde gelegten Data nur in etwas von einander verschieden sind, und hier war es außerdem genug nur die Möglichkeit und die Gründe der Berechnung gezeigt zu haben.

§. 521. Wenn man die also gefundenen Maßen der Planeten durch ihre Größe dividirt, so ergiebt sich die verhältnißmäßige Dichtigkeit derselben z. B. die Sonne hat nach der Tafel 365412 mal mehr Maße als die Erde und ist 1435025 mal größer (§. 479.) folglich ist die Dichtigkeit der Sonne = $\frac{365412}{1435025} = 0,2546$ von der Dichtigkeit der Erde

oder

oder die Erde ist etwa 4mal dichter als die Sonne. Eben so die Maße des ♄ durch seine Größe in Ansehung der Erde dividirt, giebt, da in der Tafel die Maße und Dichtigkeit der Erde = 1 gesetzt ist, wie sich beyder Planeten Dichtigkeiten gegen einander verhalten: $\frac{107}{1030} = 0,104$ oder die Erde ist fast 10mal dichter als Saturn.

§. 522. Da die drey Planeten Merkur, Venus und Mars keine Monde haben (wenigstens ist von denselben wenig oder nichts bekannt), so kann ihre Schwere und Dichtigkeit nicht auf ähnliche Art wie oben gefunden werden. Unterdeßen haben die Sternkundigen bemerkt, daß die Dichtigkeit der übrigen Planeten beynahe mit der Quadratwurzel aus ihren mittlern Bewegungen im Verhältniße stehe und mit ihrer Annäherung gegen die Sonne zunehme, woraus Regeln zur Erfindung ihrer Dichtigkeit hergeleitet worden. Auch die Berechnung der Dichtigkeit und Maße des Mondes ist von der obigen Regel ausgeschloßen, weil er als ein Nebenplanet um keinen andern herumläuft. Sie wird aber vornemlich aus der Größe der Wirkung seiner Anziehungskraft welche er auf die Gewäßer des Weltmeeres bey der Ebbe und Fluht äußert, imgleichen aus der Größe der durch ihm verursachten Schwankung der Erdaxe oder der sogenannten Nutation hergeleitet.

§. 523. Wenn die Maße und der Durchmeßer eines Planeten bekannt ist, so ist es leicht die Kraft der Schwere oder die Geschwindigkeit, mit welcher die

die Körper auf seiner Oberfläche fallen, zu finden, denn diese Kraft steht im ordentlichen Verhältniß mit der Maße und im verkehrten mit dem Quadrat vom Halbmeßer; das heißt: sie nimmt eines theils mit der Maße zu oder ab, wird aber wieder nach dem Quadrat des Halbmeßers geringer, wenn dieser zunimmt oder größer wenn derselbe abnimmt. Wird die Geschwindigkeit des Falles der Körper in einer Sec. unterm Aequator der Erde = 15,10 Fuß mit der Maße eines jeden Planeten multiplicirt und das Product durch das Quadrat vom Halbmeßer dividirt, so findet sich wie weit ein Körper in 1 Sec. bey ihm herunter fällt, den Halbmeßer und die Maße der Erde = 1 gesetzt. Z. B. Jupiter hat nach der folgenden Tafel 340mal mehr Maße oder Anziehungskraft als die Erde und sein Halbmeßer übertrift den von der Erde 11,4mal (§. 479.), daher wird:

$$\frac{15,10 \times 340}{11,4 \times 11,4} = \frac{5134}{130} = 39,5 \text{ Fuß}$$

die Größe des Falles der Körper auf dem Jupiter in einer Secunde.

§. 524. Folgende Tafel zeigt die Dichtigkeit und Maße der Sonne und Planeten im Verhältniß der Erdkugel; imgleichen die Geschwindigkeit des Falles der Körper auf ihrer Oberfläche in einer Zeitsecunde.

	Dichtigkeit der Planeten	Maßen der Planeten.	Fall d. Körper auf ihrer Oberfläche in 1 Sec. Fuß
Merkur	2, 04	0, 14	12, 67
Venus	1, 27	1, 17	18, 72
Erde	1, 00	1, 00	15, 10
Mars	0, 73	0, 22	7, 38
Mond	0, 69	0, 01	2, 83
Sonne	0, 25	365412, 00	433, 80
Jupiter	0, 23	340, 00	39, 55
Saturn	0, 10	106, 90	15, 83

Noch einige Erscheinungen die von der Wirkung einer allgemeinen Anziehungskraft hergeleitet werden.

§. 525.

De la Lande bringt in seiner Astronomie funfzehn Erscheinungen bey, wovon eine jede für sich schon die allgemeine Kraft der Anziehung beweiset. Außer denen welche bereits im vorigen vorgekommen sind noch vornemlich folgende zu merken: Die Vorrückung der Nachtgleichen oder das beständige Zurückgehen der Aequinoctialpuncte (§. 216). Newton beweiset nemlich in seiner Mondstheorie, daß die gemeinschaftliche Anziehung der Sonne und des Mondes auf die abgeplattete Gestalt der Erdkugel, bey der von einem Aequinoctialpunct zum andern gehende Linie, einen beständigen Trieb zurück zu gehen

gehen verursache. Gedenkt man sich die um den Aequator der Erde angehäuften Theile als einen Ring oder viele kleine Monde die täglich mit der Erdoberfläche sich in 24 Stunden um die Erde bewegen, so werden diese eine weit größere Schwere gegen die Erde als gegen den wahren Mond und die Sonne haben. Beyde Himmelskörper werden aber doch gegen diese größere Menge Materie um den Aequator, die mit der Fläche der Erdbahn einen Winkel von $23\frac{1}{2}°$ macht, eine stärkere Anziehungskraft, als gegen die übrigen Theile der Erde äußern und diese mit den vorigen Kräften verglichen zeigen, wie wol nach einer nicht leichten Rechnung, das Zurückweichen der Puncte in welchen sich die Erdbahn und der Aequator schneiden. Die Nutation oder Schwankung der Erdaxe wird von der Anziehung des Mondes auf die sphäroidische Figur der Erde hergeleitet. Der Mond hat nemlich an der Vorrückung der Nachtgleichen die jährlich 51 Secunden austrägt den größten Antheil; dieser kann aber nicht alle Jahr gleichförmig seyn, weil sich die Lage der Bahn des Mondes periodisch verändert so wie seine Knoten zurückweichen (§. 419.) und er mehr oder weniger wie die Sonne sich vom Aequator entfernt. Hiedurch verursacht er, daß der Winkel der Erdaxe mit der Fläche ihrer Bahn, oder auch die Schiefe der Ecliptik aufs höchste um 9″ größer oder kleiner wird. Diese Schwankung hat eine Periode von 18 Jahren weil die Mondknoten in dieser Zeit den Himmel von Morgen gegen Abend herumkommen, und die Axe der Erde einen kleinen Kreis von 18″

 im

im Durchschnitt um die wahren Pole beschreibt. Es wird hiernach die Abweichung der Fixsterne verändert, Bradley hat vor 50 Jahren diese Nutation entdeckt.

§. 526. Ferner: Die Abnahme der Schiefe der Ecliptik; wird nach Eulers Erklärung von der Anziehung der Planeten bewirkt. Ptolemeus setzte die Größe dieser Schiefe zu seiner Zeit (vor 1650 Jahren) auf 23° 50′ 22″. Um das Jahr 880 fand ein arabischer Astronom selbige von 23° 35′; Tycho im Jahr 1590. 23° 29′ 52″; aus Hevels Beobachtungen folgt 23° 29′ 10″; Caßini Anno 1672. 23° 28′ 54″; Bianchini Ao. 1703. 23° 28′ 35″; de la Caille Ao. 1750. 23° 28′ 19″; anjetzt ist dieselbe 23° 28′ 6″; woraus ihre wiewol geringe Abnahme in einem großen Zeitraum erhellet. Mayer bestimmt die Größe derselben in 100 Jahren auf 46 Sec. Die Nutation unterbricht diese gleichförmige Abnahme und macht, daß sie bald zu dann wieder abnimmt. Aus der veränderlichen Schiefe der Ecliptik entsteht noch eine ungemein langsame Veränderung der Länge und Breite der Fixsterne, wie sich leicht zeigen läßt. Die Bewegung der Apsiden Linie der elliptischen Bahnen des Mondes und aller Planeten, nemlich daß die Puncte der Sonnennähe und Sonnenferne bey den Planeten (§. 380.) und eben diese für die Erde beym Mond (§. 419.) beständig fortrücken. Die Fortrückung der Knoten bey den Planeten (§. 384.) und deren Zurückweichung beym Mond, welche letztere vornemlich so merklich ist

(§. 419.), daß die Bahn des Mondes nach 9 Jahren gleichsam eine umgekehrte Lage erhält, indem er alsdann Sternen des Thierkreises um 10 Grad vorbeygeht die er vorher bedeckte. Endlich gehören noch zu den Wirkungen der allgemeinen Anziehung: Die Ungleichheiten des Laufs der Jupiterstrabanten. Die sehr merkliche Ungleichheit des Umlaufs des Kometen von 1759, der nun schon wie man rechnet 7mal wiedergekehrt ist und deßen letzter Umlauf über 500 Tage länger als der vorhergehende beobachtet worden, woran vornemlich die Anziehung des Jupiters und Saturns Schuld gewesen seyn soll.

Bestimmungen der Planeten aus ihrer Aehnlichkeit mit der Erde hergeleitet.

§. 527.

Die bisher vorgestellte Größe, vortrefliche Einrichtung und unverrückte Ordnung der Sonnenwelt muß nothwendig den Geist desjenigen, der es der Mühe werth hält diese Schönheiten kennen zu lernen auf mehr als einer immer festern Ueberzeugung vom Daseyn eines allgemeinen Welturhebers, nemlich auch auf Vorstellungen über die Absichten des Allerweisesten bey allen diesen großen Veranstaltungen leiten. Hiezu wird vornemlich das was die Sternkunde von der Aehnlichkeit der Erde mit den Planeten lehrt, dienen können, woraus sich folgern läßt, daß auch die übrigen Kugeln des Sonnensystems höchstwahrscheinlich zu Wohnplätzen lebendi-

ger und vernünftiger Wesen, eben so wie die Erde bestimmt sind.

§. 528. Die außer der Erde bekannten fünf Planeten wälzen sich in Gemeinschaft mit der Erde in gleichförmigen Bahnen und nach einerley Grundgesetzen um die Sonne. Sie sind kleiner oder auch viel größer wie die Erde, übrigens dunkle Kugeln, und erhalten wie sie von der Sonne Licht, und entweder nach dem Verhältniße ihrer Abstände von derselben oder vielleicht richtiger nach Beschaffenheit ihres Urstoffes und Dunstkreises, welchen letztern ihre veränderlichen Flecke vermuthen laßen, bringen die Sonnenstralen auf ihrer Oberfläche Wärme hervor; drehen sich wie die Erde um ihre Axen und haben folglich Abwechselung von Tag und Nacht auf ihrer Oberfläche, dies ist wenigstens von Venus Mars und Jupiter gewiß, und von Merkur und Saturn höchst wahrscheinlich. Beobachtungen zeigen auch von einigen Planeten daß ihre Axen nicht senkrecht auf ihrer Bahn stehen und daß daher Jahreszeiten bey ihnen statt finden. Die Jupiterskugel ist ihrer schnellen Axendrehung wegen merklich abgeplatteter wie die Erde. Die Flecken in den Planeten sind augenscheinliche Beweise ihrer ungleichen Oberfläche, als Berge, Thäler, Meere ꝛc. Die Nächte der Erde werden von einen, die im Jupiter aber von vier, und im Saturn von fünf Monden erleuchtet, diese leiden zuweilen Verfinsterungen und bedecken für einzelne Länder die Sonne wie bey uns der Mond die Finsterniße verursacht. Ueberhaupt läßt sich fast keine zum Wohl der vernünftigen

gen Erdbewohner gemachte Einrichtung gedenken, die sich nicht auch in einen oder den andern Planeten zeigen sollte, wenn auch unsere Kurzsicht nicht alles zu entdecken im Stande ist, was hieher gehört.

§. 529. Die Planeten sind demnach überhaupt unserer Erde ganz ähnliche Körper, sollte sich diese Uebereinstimmung nicht auch auf die Bewohnbarkeit die der wichtigste Endzweck der Schöpfung ist erstrecken? Mit welchen Scheingründen läßt sich dies noch in unsern Zeiten bestreiten, da schon die alten Weltweisen und Astronomen die lange nicht so viele Beweise als wir dafür hatten, die Mehrheit bewohnter Weltkugeln glaubten. Huygen hat in seinem Buch das er Weltbeschauer nennt über diese Materie vieles geschrieben und gemuthmaßet. Was einige über die Beschaffenheit der Bewohner der andern Planeten aus ihren verschiedenen Abständen von der Sonne und den daher entstehenden Graden der Hitze und Kälte gesagt haben, ist vielen Ausnahmen unterworfen, wenn man die Wärme der Sonne, wie es sehr wahrscheinlich ist, nicht von einem ursprünglichen Feuer derselben herleitet. Von andern Aehnlichkeiten dieser Planetenbewohner mit uns müßen wir auch abstrahiren. Sie können und werden vernünftige Wesen seyn, die fähig sind den Urheber ihres Daseyns zu erkennen und seine Güte zu preisen, ohne daß sie gerade so wie wir gebaut sind. Die Mannigfaltigkeit und Abwechselung welche wir schon zunächst um uns herum in der Natur wahrnehmen führt sehr bald auf die Vorstellung daß die vernünftigen Bewohner, und eben

so die Thiere, Pflanzen rc. der andern Planetenkugeln sich durch sehr unterschiedene Gestalten und Arten von denjenigen die auf unserer Erde vorkommen auszeichnen werden. Zum Theil läßt sich schon aus Beobachtungen hierüber ein und das andere voraussetzen. Wie vieles ist aber nicht hiebey außer der Sphäre des Erdbewohners?

§. 530. Auch auf die Nebenplaneten oder Monde erstreckt sich sehr vermuthlich die Bevölkerung. Der Erde, dem Jupiter und Saturn, wie wir gewiß wissen, sind Monde zur Erleuchtung ihrer Nächte gegeben; erstere dienen aber wieder den letztern zur Erleuchtung und zwar um so viel mehr je größer sie sind. Die Erde z. B. erleuchtet die Nächte des Mondes 14mal stärker als der Mond die unsrigen (weil ihre Fläche um so viel mal größer ist) sollte diese Zurückwerfung des Sonnenlichts von der Erde auf den Mond, welche vornemlich kurz vor und nach dem Neumonde zu bemerken ist, nicht Geschöpfen deßelben nutzen, wenn man noch hiezu nimmt, daß der Mond wegen seiner Nähe sehr deutlich durch Fernröhre hohe Berge, tiefe Thäler, Gruben, Meere rc. zeigt. Hevel nennt die Mondbewohner Seleniten und erklärt in seiner Selenographie die Erscheinungen welche sich denselben zeigen, nachdem sie die der Erde beständig sichtbare oder unsichtbare Halbkugel des Mondes bewohnen rc. In Ansehung der Jupiters- und Saturnstrabanten laßen sich ähnliche Schlüße machen. Sollten auch die weiten Gefilde des ungeheuer großen Sonnenballs öde und leer von vernünftigen Geschöpfen

und

und lebendigen Creaturen seyn, oder die Absichten des Ewigen bey deßen Formung blos auf den Dienst welchen er seinen Planeten leistet eingeschränkt worden seyn. Hierbey scheinen Mittel und Endzweck mit der Weisheit des Schöpfers nicht überein zu stimmen. Die Vorstellung von der Beschaffenheit der Sonnenbewohner hängt von dem ab was die Naturforscher über die Natur des Sonnenkörpers als richtig annehmen, ihr höchstwahrscheinliches Daseyn wird aber schon aus der Güte Gottes und der Vollkommenheit seiner Werke allgemein erkannt. Endlich wird sich über die wahrscheinliche Bewohnbarkeit der Kometen erst dann einiges Licht verbreiten, nachdem in der Folge die Beschaffenheit dieser Körper und ihre ordentlichen Laufbahnen um die Sonne gezeigt worden.

Anmerk. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels habe ich von Seite 642 bis 646 noch verschiedene Gründe für die Bewohnbarkeit der Planeten, Sonne ꝛc. beygebracht.



Zehnter Abschnitt.

Himmelsbegebenheiten, welche die Bewegungen der Planeten veranlaßen.

§. 531.

Ich habe es für schicklich erachtet, erst nach dem Vortrage vom Bau des Sonnensystems und allen Erscheinungen deßelben, diejenigen Begebenhei-

heiten am Himmel welche der Lauf der Planeten und vornemlich des Mondes verursachet, als: Mond- und Sonnen- oder Erdfinsterniße; Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde; Bedeckungen oder nahe Zusammenkünfte der letztern unter sich; Erscheinung des Merkurs und der Venus in der Sonne ꝛc. in diesem Abschnitte besonders abzuhandeln, weil ich nunmehr die hiezu nöthigen Kenntniße aus dem vorigen als bekannt voraussetzen kann.

Von den Finsternißen überhaupt.

§. 532.

Die Erscheinungen an Sonne und Mond daß nemlich diese Körper zuweilen bey hellem Himmel eine Verfinsterung leiden, hat schon von den ältesten Zeiten her die besondere Aufmerksamkeit der Menschen an sich gezogen. Als die alten Astronomen nach und nach die Ursache dieser Himmelsbegebenheiten erkannt und es so weit gebracht hatten dieselben im voraus zu verkündigen, welches letztere die Geschichte von Thales in Griechenland zuerst erzählt, wurden die nähern Bestimmungen derselben Gegenstände der wichtigsten Untersuchungen in der Sternkunde, worin wir aber doch erst in den neuern Zeiten es zur Vollkommenheit gebracht haben. Bis jetzt dient noch die Vorhersagung der Finsterniße und ihre genaue Erfüllung dem Unwißenden zur Verwunderung, und erregt eine gewiße Hochachtung gegen eine Wißenschaft, die solche

Be-

Begebenheiten am Himmel aufs genaueste zu berechnen lehrt, und wer nicht ganz gleichgültig gegen die Sternkunde ist, wünscht wenigstens von der Ursache warum Sonne und Mond zuweilen ganz, zuweilen nur zum Theil verfinstert werden, einige Begriffe zu haben. Die Astronomen haben daher noch im Gebrauch die Finsterniße nach allen Umständen aus dem bekannten Lauf der Sonne und des Mondes, in ihren astronomischen Jahrbüchern oder Ephemeriden im voraus zu berechnen und ein jeder Calender kündigt ihre Erscheinung an. Sie dienen auch noch immer zur Verbeßerung der Ungleichheiten des Mondes und zur Erfindung der geographischen Länge der Oerter. Die alten Geschichtschreiber setzen auch zuweilen die Zeit dieser oder jener merkwürdigen Begebenheit nach einer zugleich vorgefallenen Finsterniß fest, wobey denn die Sternkunde Gelegenheit darbietet die Zeitrechnung zu berichtigen. Hieraus erhellet daß diese Himmelsbegebenheiten, welche übrigens allgemein betrachtet blos von der Nähe des Mondes bey der Erde herzuleiten sind, eine nähere Beschreibung verdienen.

Von den Mondfinsternißen.

§. 533.

Eine Mondfinsterniß wird bemerkt, wenn der Mond zur Zeit seines vollen Lichtes, da er hinterhalb der Erde der Sonne gerade gegen über steht, in dem in einer ansehnlichen Weite sich erstreckenden Schat-

Schatten der Erde kömmt, und folglich während seinen Durchgang durch demselben das von der Sonne erborgte Licht wirklich verliert. Denn nach Fig. 112 sey in S der Mittelpunct der Sonne, in C die Erde, so ist EHF der Erdschatten welcher nach optischen Grundsätzen die Figur eines Kegels hat und mit der größern Entfernung von der Erde immer kleiner im Durchschnitt wird, weil der leuchtende Körper, als hier die Sonne, viel größer als der dunkle nemlich die Erde ist. Er wird von den äußersten Lichtstralen der Sonne AH und BH begränzt, und heißt eigentlich der wahre Schatten weil in ihm wegen der im Wege stehenden Erde kein Punct der Sonne sichtbar ist. ML sey ein Theil der Mondbahn, so kann der Mond in r im Schatten treten, in m wird er ganz verdunkelt mitten in demselben und zugleich in ☍ mit der Sonne stehen und in t wieder aus dem Schatten hervorkommen. Inzwischen ist dem Mond das Sonnenlicht von der Erde beraubt worden und so zeigt sich alsdann im Mond eine Sonnenfinsterniß. In der Gegend etwa in welcher der Mond durch den Schattenkegel rückt ist derselbe noch fast 3mal breiter als der Mond, so daß sich letzterer eine Weile völlig verfinstert darin aufhalten kann und die größte mögliche Verweilung im Schatten kann auf $1\frac{3}{4}$ Stunden gehen.

§. 534. Um diesen wahren Schatten befindet sich noch der Halbschatten EL, FM der von den Lichtstralen AFMK und BELI begränzt wird, in welchen nemlich hinter der Erde noch immer ein Theil

Theil von der Sonne zu sehen ist. Kömmt der Mond z. B. in M, so fängt der Rand der Erde F an ihm den Sonnenrand A zu bedecken, je weiter er von M gegen r rückt um desto mehr erscheint dem Monde die Sonne von der Erde bedeckt bis er in r das Sonnenlicht gänzlich verliert. In t erhält der Mond wieder etwas Licht von den Theil der Sonne bey A S und in L tritt er völlig aus dem Halbschatten wo er wieder von der ganzen Sonne beschienen wird. Dieser Halbschatten ist lange nicht so dunkel als der wahre Schatten, er ist daher auf dem Mond nur eine Weile vor und nach dem Ein- und Austritt desselben in und aus dem wahren Schatten nur daran zu bemerken, daß er die Mondflecken etwas unkenntlich macht. Der Halbmeßer des wahren Schattens wird von uns allemal unter einen Winkel gesehen, welcher der Summe der horizontalen Parallaxe des Mondes und der Sonne, weniger dem Halbmeßer der Sonne gleich ist. Der Halbmeßer des Halbschattens findet sich wenn man zu dieser Summe den Halbmeßer der Sonne addirt. Hieraus folgt daß beyde kleiner sind, wenn der Mond im Apogäo als wenn er im Perigäo verfinstert wird. Noch wird dieser Halbmeßer des Erdschattens wegen der Atmosphäre der Erde vergrößert. Mayer setzt demselben so viele Secunden zu als die horizontale Parallaxe des Mondes bey einer Finsterniß Minuten hat. Von dem wahren Schatten ist aber in der Folge nur die Rede.

§. 535.

§. 535. Da die Erde eine Kugel ist, so muß ein jeder Durchschnitt ihres Schattenkegels der mit der Grundfläche deßelben parallel geschieht eine circulförmige Scheibe seyn und sich folglich als eine solche auf den Mond darstellen, wenn dieser Himmelskörper durch demselben hingeht. Und da der Mond allemal von Abend gegen Morgen am Himmel fortrückt, so muß es laßen als wenn eine schattenähnliche Scheibe sich von Morgen gegen Abend über den Mond ausbreitete, oder der östliche Theil des Mondes wird zuerst verfinstert und erhält auch zuerst wieder Licht. Wenn der Mond sich ganz in den Erdschatten einsenkt, so heißt die Finsterniß total, und wenn noch dazu sein Mittelpunct genau durch den Mittelpunct des Schattens rückt, central; im Gegentheil aber partial, wenn nur ein größerer oder kleinerer Theil der Mondscheibe eine Verdunkelung leidet. Die Größe der Verdunkelung wird gewöhnlich nach Zollen deren der Durchmeßer des Mondes 12 hat bestimmt. Sichtbar heißt eine Mondfinsterniß, wenn der Mond inzwischen übern, Unsichtbar hingegen wenn er mittlerweile untern Horizont sich befindet, wenn auch gleich im ersten Fall die Luft nicht so heiter seyn sollte daß sie beobachtet werden könnte.

§. 536. Der Schattenkegel der Erde erstreckt sich längst der Fläche der Ecliptik, so daß die äußerste Spitze deßelben H und die Axe deßelben CH, folglich der Mittelpunct eines jeden Durchschnitts, von uns für einen jeden Augenblick genau in dem Punct der Ecliptik gesehen wird der im Nadir der

Sonne

Sonne oder 180° von derselben entfernt ist. Läge nun die Mondbahn mit der Erdbahn oder Ecliptik in einer und derselben Fläche, so folgte, daß der Mond beständig in der Ecliptik am Himmel fortlaufen, und daher in einem jeden Vollmond eine totale und centrale Verfinsterung leiden würde Da aber die Mondbahn sich mit der Ecliptik unter einen Winkel von etwa 5 Grad neigt, so können nur die Vollmonde welche sich in oder nahe bey dem auf- oder niedersteigenden Knoten ereignen, vom Erdschatten getroffen werden, weil alsdann die Breite des Mondes entweder 0 oder doch geringe ist. Die 113te Figur zeigt, wie die Mondfinsterniße immer kleiner werden, je weiter der Vollmond vom ☊ oder ☋ entfernt und unter welchen Bedingungen selbige möglich bleiben. Nemlich der Mond muß nicht so weit vom Knoten stehen, daß seine Breite die Summe seines und des Erdschattens Halbmeßer übersteigt. Es sey AC die Ecliptik in welcher allemal der Mittelpunct vom Erdschatten anzutreffen ist; DB die gegen die Ecliptik sich um etwa 5° neigende Mondbahn und im ☊ der aufsteigende Knoten derselben; ☊, b, d, h, n sind die Mittelpuncte des Erdschattens GH oder Puncte die der Sonne genau gerade gegen über liegen. Wird nun der Mond L gerade in ☊ voll, so leidet er eine totale und centrale Finsterniß, die folglich von der größten Dauer ist; in b kann er noch total verfinstert werden; in d bleibt schon ein Theil lichte; in h wird er nicht mehr zur Hälfte verdunkelt und in n geht er den Erdschatten nordwärts unverfinstert vorbey.

Da

Da der größte Halbmeßer des Erdschattens im Perigäo des ☾ auf 47 und des Mondes auf 17 Min. gehen kann, so folgt aus der 113 Figur, daß wenn die Breite des Mondes in ☍ 30 Min. übersteigt, welches etwa 6° vor und nach ☊ oder ☋ geschieht, keine totale Finsterniß; und wenn diese Breite in ☍ über 64 Min. ist, welches in einem Abstande von 12 bis 13° vor und nach ☊ oder ☋ sich zuträgt, auch keine partiale Mondfinsterniß mehr möglich ist. Ist aber der Mond nicht im Perigäo so können noch bey etwas kleinern Breiten Verfinsterungen an ihm möglich seyn.

Anmerk. Die Figur stellt eigentlich den Mond zur Zeit des Mittels der Finsterniß vor, wo die Breite etwas geringer ist als in der ☍ denn die Breite in der ☍ wird eigentlich auf den Breitencircul n o, h r ꝛc. gerechnet, wie wol der Unterschied gegen ☊ hin unmerklich wird.

§. 537. Außer der im vorigen §. angezeigten Ursache, warum nicht alle Vollmonde verfinstert werden ist noch eine andere vorhanden: Nemlich obgleich der Mond in $27\frac{1}{3}$ Tagen den ganzen Thierkreis umläuft und folglich inzwischen durch ☊ und ☋ geht, so kommt er doch allemal erst nach 29 Tagen 12 St. wieder in ☌ oder ☍ mit der Sonne und hat in dieser letztern Zwischenzeit gegen 390° zurückgelegt (§. 369). Und daher gesetzt der Mond sey heute in ☍ und nahe bey einem Knoten, so daß er eine Verfinsterung leidet, so muß er in der zunächstfolgenden ☍ um fast 30° von diesem Knoten gegen Morgen entfernt seyn und kann daher wegen der zu großen Breite vom Erdschatten nicht getroffen wer-

werden. Bey der zweiten und den folgenden Gegenscheinen nimmt diese Entfernung jedesmal um etwa 30° zu, bis solche nach 6 Monaten in der Nachbarschaft des gegenüberstehenden Knoten einfallen, und wieder eine Mondfinsterniß möglich wird. Die Knoten verändern überdem ihren Ort monatlich über $1\frac{1}{2}$° gegen Abend, so daß daher die Finsterniße nach und nach in andern Gegenden des Thierkreises einfallen, und jene monatliche Entfernung noch größer wird. In der folgenden Tafel und der 114 Figur worin T die Erde; ☊N☋S die um 5° gegen die Ecliptik ☊n☋s geneigte Mondbahn ist, so daß der Mond in N seine größte Nordliche und in S Südliche Breite hat, wird dies beyläufig für das 1777ste Jahr als ein Beyspiel vorgestellt.

Ort des ☊ ☋	Zeit und Ort des Vollmondes ☍		Abstand von ☊ oder ☋ vor − nach +	in Figur 114.
27° ♋ ♑	23 Januar.	4° ♌	☊ + 7°	☊ a
25	22 Februar.	4 ♍	☊ + 39	☊ b
24	24 März.	4 ♎	☊ + 70	☊ c
22	22 April.	3 ♏	☋ − 79	☋ d
20	22 May.	1 ♐	☋ − 49	☋ e
19	21 Junii.	0 ♑	☋ − 19	☋ f
17	20 Julii.	28 ♑	☋ + 11	☋ g
16	19 August.	26 ♒	☋ + 40	☋ h
14	17 Sept.	24 ♓	☋ + 70	☋ i
13	16 Octob.	23 ♈	☊ − 80	☊ k
11	15 Nov.	23 ♉	☊ − 48	☊ l
10	14 Decemb.	22 ♊	☊ − 18	☊ m

Aus dieser Tafel und Figur ergiebt sich, nach der Regel im 535 §., daß in diesem Jahre der erste Vollmond der am 23sten Jan. 7° nach dem ☊ einfällt eine partiale Mondfinsterniß mitbringt, wobey der Mond eine kleine nordliche Breite hat. Die fünf darauf folgenden sind alle zu weit vom ☊ oder ☋ oder die nordliche Breite zu groß. Der Vollmond am 20 Jul. aber trift ein, wenn der Mond 11° nach ☋ steht, und es findet dabey, nach §. 535., noch eine wie wol kleine Finsterniß statt; wobey der Mond unter einer südlichen Breite erscheint. Die fünf letztern Vollmonde sind wieder zu weit vom ☋ oder ☊ und die Südliche Mondsbreite zu groß als daß eine Verfinsterung vom Erdschatten vorgehen könne.

§. 538. Die Erscheinungen einer Mondfinsterniß nemlich ihren Anfang, Mittel, Ende, Größe ꝛc. sind aus verschiedenen dazu nöthigen Stücken, welche sich vermittelst der Mayerschen Sonnen- und Mondtafeln ergeben, entweder durch eine Zeichnung oder Rechnung leicht zu finden. Zuerst muß die Zeit, da eine Mondfinsterniß einfallen wird vorläufig bekannt seyn, wozu in der Astronomie leichte Regeln angewiesen werden. Man sucht hierauf aus den Tafeln nach dem Meridian eines gewißen Ortes, die genaue Zeit des Vollmonden oder der wahren ☍ der Sonne und des Mondes, da nemlich die Länge des Mondes in der Ecliptik gerechnet 6 Zeichen von der Länge der Sonne differirt. Ferner für diese Zeit: die Breite des Mondes; die stündliche Veränderung der Länge und Breite deßelben;

ben; die stündliche Bewegung und der Halbmeßer der Sonne; die horizontale Mond- und Sonnenparallaxe; Halbmeßer des Mondes ꝛc. Was außerdem zur Construction oder Rechnung der Finsterniß noch erfordert wird, läßt sich aus dem angezeigten herleiten.

§. 539. Als ein Beyspiel kann die zu Berlin größtentheils sichtbar gewesene partiale Mondfinsterniß vom 23 Jan. 1777 dienen (§. 536): Der Vollmond fiel ein bald nach dem ☊ und zufolge der Mayerschen Tafeln um 5 Uhr 12′ 8″ wahrer Zeit im 4° 7′ 28″ ♌. Die Breite des Mondes war 38′ 10″ Nordlich zunehmend; die stündliche Bewegung des Mondes in seiner Bahn 32′ 1″; der Sonne 2′ 32″; stündliche Zunahme der nordlichen Mondsbreite 2′ 54″; die horizontale Parallaxe des Mondes 56′ 21″; der Sonne 9″; Halbmeßer des Mondes 15′ 21″; der Sonne 16′ 17″. Dann findet sich noch hieraus: stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne 29′ 29″ und nach obiger Regel §. 533, der Halbmeßer des Erdschattens 40′ 13″; Vergrößerung wegen der Atmosphäre 56″ (§. 533.) demnach deßen verbeßerter Halbmeßer 41′ 9″, und hiernach läßt sich die ganze Erscheinung der Finsterniß wie die 115te Figur zeigt mit Circul und Lineal nach einem beliebigen Maaßstabe verzeichnen.

§. 540. Es sey AB Fig. 115. ein angenommener Maaßstab von 60′ oder einem Grade am Himmel; C der Mittelpunct der Schattenscheibe in der Gegend wo der Mond hindurchgeht oder der

der Sonne entgegenstehende Punct der Ecliptik. Gegen D ist Abend und gegen E Morgen. Man beschreibe aus C mit dem Halbmeßer des Erdschattens = 41′ 9″ = CE oder CD den hierbey hinlänglichen halben Kreis deßelben EmD; richte in C ein Perpendicul Cn senkrecht auf ED auf welches ein Stück eines Breitenkreises wird. Die Breite des ☾ in ☍ = 38′ 10″ wird von C nordwärts bis in n getragen, so ist n der Ort wo der ☾ in ☍ um V Uhr 12′ steht. Die zunehmende Breite des Mondes in einer Stunde = 2′ 54″ kommt von n bis h und an dem letzten Endpuncte der Linie Ch wird eine Linie hr senkrecht gezogen; alsdann von n aus bis an der Linie hr die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne = 29′ 29″ (damit die Sonne oder ihr entgegengesetzter Punct C in Ruhe gesetzt werden kann) getragen. Diese Weite trift in r wo nemlich der Mond eine Stunde nach ☍ steht. Man zieht hierauf durch diesen Punct und n die in Absicht auf die Sonne relative Mondbahn GF auf welcher ein Perpendicul CL gefällt den Punct L bestimmt wo der Mond im Mittel der Finsterniß am tiefsten im Schatten steht. Theilt man die Weite von V. 12′ bis VI. 12′ oder IV. 12′ ꝛc. in 60 Min. so giebt Ln = 8 Min. an wie viele Min. vor V Uhr 12′ das Mittel der Finsterniß einfällt welches sich daher um V Uhr 4′ findet. Beschreibt man aus L mit dem Halbmeßer des Mondes = 15′ 21″ die Mondscheibe, so ist, wenn man den Durchmeßer in 12 Zoll abtheilt mN die Größe der Verfinsterung in eben solchen Thei-

len

len = $7\frac{1}{4}$ Zoll. Sucht man mit der Weite der Summe vom Halbmeßer des Erdschattens und Mondes = 56′ 30″ von C aus, Puncte auf der in Zeit eingetheilten Mondbahn, so werden solche in F und G fallen, welcher erstere den Anfang um III Uhr 39′ und letzterer das Ende der Finsterniß um VI Uhr 30′ angeben. Wird nun aus F und G der Mond beschrieben, so berührt er zuerst den Schatten in O und zuletzt in P. Die Dauer der Finsterniß wäre demnach 2 St. 51′. Wenn ein dergleichen mechanischer Entwurf auf einen Regalbogen vorgenommen wird, so kann er völlig statt der Berechnung dienen, weil auf Unterschieden von einigen Secunden ohnehin bey der Beobachtung einer Mondfinsterniß nicht zu rechnen ist (§. 544).

§. 541. Unterdeßen ist auch die Berechnung einer Mondfinsterniß aus obigen gefundenen Angaben nicht schwer, wozu die Regeln aus der 115 Figur sich ergeben. Die stündliche Veränderung der Breite durch die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne dividirt, giebt den Sinus des Winkels nCL den das Perpendicul auf der Mondbahn CL mit dem Breitencircul Cn macht, oder in dem rechtwinklichten Dreyeck nhr ist

$$\text{Sinus } hrn = \frac{hn}{nr}.$$

Es ist aber der Winkel hrn dem Winkel nCL gleich wie sich leicht erkennen läßt. Dieser Winkel fällt an der Abendseite des Breitencirculs weil die nördliche Breite des Mondes zunimmt. Außer diesen

Winkel ist in dem rechtwinklichten Dreyeck nCL ferner bekannt Cn als die Breite des Mondes in ☊, woraus sich durch nC ✕ Cos. nCL die Seite CL als die kürzeste Entfernung des Mondes vom Mittelpunct des Erdschattens im Mittel der Finsterniß, und dann aus nC ✕ Sin. nCL die Seite Ln als den Unterschied der ☊ und des Mittels der Finsterniß findet. Diese letztere wird nach der stündlichen Bewegung des Mondes von der Sonne in Zeit verwandelt und in diesem Fall von der Zeit der ☊ in n abgezogen, so erhält man die Zeit der größten Verdunkelung. Wie viel Zoll der Mond alsdann verfinstert ist, findet sich in unserm Fall also: Vom Halbmeßer des Erdschattens = Cm wird die kleinste Entfernung der Mittelpuncte CL abgezogen, so bleibt mL übrig. Dieses zum Halbmeßer des Mondes LN addirt bringt mN. Man setzt alsdann: wie LN zu 6 Zoll so Nm zur Größe der Verfinsterung in Zollen. Um den Anfang der Finsterniß in F und das Ende in G zu finden dienen die beyden rechtwinklichten und gleichen Dreyecke LCF und LCG in welchen die gemeinschaftliche Seite CL und die Hypothenuse CF oder CG bekannt ist. (Letztere ist der Summe vom Halbmeßer des Erdschattens und Mondes gleich). Aus $CF^2 - LC^2$ wird FL^2 und folglich FL gefunden, und diese Seite nach der stündlichen Bewegung des Mondes von der Sonne in Zeit verwandelt giebt die halbe Dauer der Finsterniß oder die Zeit welche der Mond braucht von F bis L oder von L bis G zu gehen, wird solche daher von der Zeit in L abgezogen so kommt

der

der Anfang und wird selbige dazu addirt das Ende der Finsterniß heraus. Um noch die Zeit zu finden da beym Zu- und Abnehmen der Finsterniß einzelne Zolle verfinstert erscheinen, darf man nur von der Seite CF $\frac{1}{12}$, $\frac{2}{12}$, $\frac{3}{12}$, $\frac{4}{12}$ ꝛc. vom Monddurchmeßer subtrahiren und dann auf eine ähnliche Art mit dem Dreyeck LCF wie oben verfahren. Die Zeitdauer im Zunehmen zwischen einer z. B. dreyzölligen und der größten Verfinsterung ist der im Abnehmen gleich.

§. 542. Die Mondfinsterniße sind allen Ländern der Erde denen der Mond inzwischen aufgegangen in gleicher Größe und in gleichen Augenblicken sichtbar, nur daß bey ihren Erscheinungen nach dem Unterschiede der Meridiane frühere oder spätere Nachtstunden gezählt werden. Der Mond verliert wirklich sein Licht, so bald er im Erdschatten kommt, und so muß er allen Völkern die ihn alsdenn sehen können zugleich verfinstert erscheinen, es sey auch daß sie ungleiche Stunden zählen oder den Mond der Parallaxe wegen in verschiedenen Puncten des Himmels bemerken, und daher dienen die Mondfinsterniße zur Erfindung der geographischen Länge oder des Meridianunterschiedes zweyer Oerter. Es sey z. B. nach Fig. 112 der Mond mitten im Erdschatten, folglich central verfinstert in m, so wird er in eben den Augenblick von einem Zuschauer in F der den Mond nach w sieht des Abends bey Sonnenuntergang (die Erde dreht sich nach FoE um ihre Axe) central verfinstert am Osthorizont aufgehen. Ein anderer in o hat alsdann

 den

den Mond im Meridian folglich ist es bey ihm Mitternacht. Endlich sieht der dritte in E zu gleicher Zeit den Mond des Morgens bey Sonnenaufgang central verfinstert untergehen, deßen Ort ihn am Himmel gegen u erscheint. Nun ist der Mond in einem jeden Augenblick auf einmal der halben Erde sichtbar; da sich aber die Erde während seiner Verfinsterung noch um ihre Axe dreht, so kommen mehrere Länder in der Nachtseite der Erde wenn die gerade gegen über liegenden aus derselben gehen in welchen folglich der Mond verfinstert auf- und untergeht und daher ist eine Mondfinsterniß wenigstens zum Theil mehr wie der halben Erdkugel sichtbar. Die Länder worin die Erscheinungen einer Mondfinsterniß entweder ganz oder nur zum Theil sichtbar sind, laßen sich vermittelst eines Erdglobus wenn die Abweichung des Mondes bekannt ist, nach folgender Anweisung leicht übersehen.

§. 543. Bey der Finsterniß vom 23 Jan. 1777 war die Abweichung des Mondes 20° nordlich, und um diesen Winkel wird der Nordpol des Globi über den Horizont erhöhet. Man stellt hierauf Berlin untern Meridian und den Zeiger auf 3 Uhr 39′ Nachmittag, als den Anfang der Finsterniß (§. 539), dreht alsdann den Globus um bis der Zeiger auf Mitternacht steht, so liegen unterm Meridian die Länder welche den Mond alsdann culminiren sehen, nemlich der nordöstliche Theil von Asien, Japan, die Lazarus- und Moluckischen Inseln, Neu-Guinea ꝛc. 20° nordlich vom Aequator ist der Mond im Zenith. Dann erscheint vornem-

nemlich ganz Asien und von Europa die östliche Hälfte über den Horizont der Nachtseite, wo folglich der Anfang sichtbar ist. (Berlin ist noch in der Tagseite). Wird Berlin abermal unterm Meridian und der Zeiger auf 5 Uhr 4'. gesetzt, wenn nemlich das Mittel einfällt, so zeigt sichs daß der Mond allen Ländern von Asien, dem größten Theil von Europa (Berlin ist auch inzwischen über den Horizont gekommen und hat also den Mond verfinstert aufgehen sehen) dem östlichen von Africa in seiner größten Verfinsterung sichtbar ist und den Bewohnern der Philippinschen Inseln im Zenith erscheine. Um endlich zu sehen, welchen Ländern das Ende der Finsterniß sichtbar fällt, wird Berlin unterm Meridian und der Zeiger auf 6 Uhr 30'. gestellt, so zeigt sich ganz Asia und Europa über dem Horizont; von Africa fehlen auch nur die westlichsten Gegenden, Ostindien hat alsdann den Mond im Scheitelpunct. Diese Mondfinsterniß war also in ganz Asien und den östlichen europäischen Ländern in ihrer völligen Dauer; im westlichen Europa und östlichen Africa aber nur zum Theil sichtbar. In America kam fast nichts davon zu Gesicht.

§. 544. Der Rand des Erdschattens zeigt sich bey den Mondfinsternissen sehr rauch und uneben, welches von der Erdatmosphäre und den Halbschatten herrührt und wobey die Zeit des Anfangs und des Endes der Finsterniß imgleichen der Ein- und Austritt der Mondflecken sich schwerlich sehr genau beobachten läßt. Die veränderlichen Farben des Mon-

Mondes bey seinen Verfinsterungen, hängen größtentheils von seinem verschiedenen Abstande von der Erde zu der Zeit ab. Im Apogäo des Mondes erscheint der Schatten gemeiniglich röthlich und überhaupt viel lichter als im Perigäo; denn weil sich noch am Rande der Erde in der Atmosphäre viele Lichtstrahlen brechen, und im Erdschatten verschiedentlich durchkreuzen, so kommen sie im ersten Fall wegen der geringern Breite des Schattens dem Mittelpunct näher als im letztern, und verringern folglich die Dunkelheit des Schattens merklicher. Der Mond pflegt daher nach Beschaffenheit der Umstände selbst in seiner totalen Verfinsterung, oftmals in hell- oder dunkelrother Farbe zu erscheinen; er hat sich aber auch im Erdschatten zuweilen dem Gesichte völlig entzogen. Noch ist von der Länge des Erdschattens zu merken, daß sich diese um fast viermal so weit erstreckt als der Mond von uns entfernt ist. Denn nach optischen Grundsätzen verhält sich der Unterschied der beyden Halbmesser der Sonne und Erde, zur Entfernung der Erde von der Sonne, wie der halbe Erddurchmesser zur Länge des Erdschattens. Nun ist das Verhältniß jener Halbmesser = 1 : 112, 79 (§. 479) und die Entfernung der Sonne = 24260 Erdhalbmesser (§. 474.) Daher 111, 79 : 24260 = 1 : 217 Erdhalbmesser oder 186500 Meilen = die Länge des Erdschattens

Anmerk. Wäre demnach der Mond weiter von uns als 217 Erdhalbmesser, so würde er niemals eine Verfinsterung vom Erdschatten leiden. Auf dem Mars der uns von den drey obern Planeten in seiner ☍ am nächsten kömmt, kann daher, wenn

auch

auch dieser Planet in ☍ und zugleich in ☊ oder ☋ stünde, der Erdschatten nie fallen, weil seine Entfernung alsdenn noch 12700 Erdhalbmesser austrägt. (§. 475.)

Von den Sonnen- und Erdfinsternissen

§. 545.

Eine Sonnenfinsterniß entsteht, wenn der Mond zur Zeit seines neuen Lichtes zuweilen gerade zwischen uns und der Sonne in seiner Bahn hindurchgeht, und uns die Sonne entweder völlig, oder zum Theil zu bedecken scheint. Es fällt alsdann der Schatten des Mondes auf die Erde, und entzieht denjenigen Ländern, welche er trift das Sonnenlicht; und daher ist eine dergleichen Himmelsbegebenheit eigentlicher eine Erdfinsterniß zu nennen, weil die Erde und nicht die Sonne verdunkelt wird. Es sey nach Fig. 116 in T die Erde; in L der Mond und in S die Sonne, F der westliche und E der östliche Rand derselben. Der Neumond stehe in L mit S und T beynahe genau in ein und derselben Fläche, so kann sein Schatten, welcher gegen die Erde spitz zu läuft, weil die Sonne größer als der Mond ist, auf den Ort r fallen, und hier wird die Sonne vom Mond gänzlich bedeckt erscheinen. In a hingegen zeigt sich zu eben der Zeit die Sonne nach den Gesichtslinien aE und aF ohne alle Bedeckung, und der Mond nach h hinaus ostwärts bey der Sonne. Von d aus zeigt sich der westliche Theil des Mondes vor der Sonne. Von g aus scheint der Mittelpunct

des

des Mondes nach m und sein östlicher Rand dem westlichen Sonnenrande F ziemlich nahe zu stehen. Hieraus ist zu erkennen daß eine Sonnenfinsterniß, wegen der Parallaxe des Mondes und weil dieser Himmelskörper kleiner als die Erde ist, folglich sein Schatten nicht auf einmal ihre ganze der Sonne zugewendete Seite bedecken kann, nicht überall zu gleicher Zeit und in gleicher Größe gesehen wird; ja daß es viele Oerter geben kann, an welchen nichts von derselben zu Gesicht kömmt.

§. 546. In Fig. 116 ist eigentlich der wahre Mondschatten gezeichnet, unter welchen die Sonne völlig bedeckt erscheint. Um diesen Schatten befindet sich aber der Halbschatten, unter welchen dieses nur zum Theil geschieht; jene Erscheinung heißt daher eine totale und diese eine partiale Sonnenfinsterniß. Der Ort d liegt diesemnach im Halbschatten. Die Figur 117 macht dies deutlicher. Ca; Ap; Br ist der wahre und Cno; BlN; AMu der Halbschatten des Mondes. Steht der Mond gerade in ☌ mit der Sonne in C und mit S und T genau in einer Ebene, so fällt sein wahrer Schatten auf a woselbst die Sonne total verfinstert erscheint. Der Halbschatten aber breitet sich um diesen in den kreisförmigen Raum neo auf der Erdoberfläche aus. Unter der äußersten Gränze desselben scheinen sich die Ränder der Sonne und des Mondes nur zu berühren; so berührt von n aus betrachtet der östliche Mondrand m, den westlichen Sonnenrand I; von o aus der westliche Mondrand l den östlichen Sonnenrand K; von e und dessem gegenüberliegenden Puncte

Puncte wird dies für die nördlichen und südlichen Ränder beyder Himmelskörper statt finden. Demnach ist zu der Zeit da der Mond in C steht nur in den beschatteten Raum neoa und sonst nirgends eine Sonnenfinsterniß auf der Erde sichtbar, und diese erscheint immer größer je näher man den Mittelpunct a kömmt. Die Größe der Verdunkelung an der Sonne wird wie bey den Mondfinsternissen in Theilen ausgedrückt, deren der Durchmesser der Sonne 12 hat, und werden Zolle genennt.

Anmerk. Wenn der Mittelpunct des Halbschattens a mitten auf der erleuchteten Halbkugel der Erde fällt, so hat der Halbschatten die Gestalt eines Kreises; fällt a hingegen an der Seite als zwischen Mo und Nn, so wird der Halbschatten länglicht, und nimmt einen grössern Raum auf der Erde ein, wie leicht zu zeigen ist.

§. 547. Wenn die Sonne bey einer Finsterniß im Apogäo, und der Mond im Perigäo ist, so übertrift der scheinbare Durchmesser des Mondes den von der Sonne um 2 Min. 7 Sec. und es zeigt sich unter a eine totale und centrale Sonnenfinsterniß, deren Dauer auf 3 Min. 41 Sec. gehen kann und die größte mögliche ist, weil alsdenn der wahre Mondschatten da wo er die Erde trifft, die größte Breite hat. Erscheinen die Durchmesser der Sonne und des Mondes gleich groß, so berührt genau die Spitze des wahren Mondschattens die Erde und es zeigt sich unter a eine totale und centrale Sonnenfinsterniß von augenblicklicher Dauer. Endlich wenn der scheinbare Durchmesser des Mondes kleiner als der von der Sonne ist, wie dieses

dieses die mehreste Zeit statt findet, so erreicht die Spitze des wahren Mondschattens nicht die Oberfläche der Erde, und in a erscheint der Mond mitten in der Sonne, so daß er von derselben einen Ring um sich unbedeckt läßt, daher heißen diese Art Finsternisse ringförmige. Die Breite dieses Ringes ist am größten wenn der Mond im Apogäo und die Sonne im Perigäo steht, und trägt $1\frac{1}{2}$ Min. aus, indem alsdann der Monddurchmesser um etwa 3 Min. kleiner als der von der Sonne ist.

§. 548. Der Mond bewegt sich am Himmel vom Abend gegen Morgen oder in Fig. 117 von A nach B, und die Erde dreht sich nach eben dieser Richtung nemlich gegen MaN um ihre Axe. Ist nun der Mond in A so kann der östliche Rand seines Halbschattens die Erde in i zuerst berühren, und der Ort welcher gerade zu der Zeit bey i in die erleuchtete Halbkugel der Erde kömmt, sieht die Sonne beym Aufgang unter allen zuerst verfinstert, oder den östlichen Mondrand g vor den westlichen Sonnenrand l treten. Von da breitet sich der Halb- und ganze Schatten des Mondes über die Erde nach io aus. Kommt der Mond in C so scheint er die Sonne für die Länder in a gerade um die Mittagszeit zu bedecken. Dann geht der Mondschatten über nk, und wenn der Mond endlich in B anlangt, so verläßt der westliche Rand seines Halbschattens in k die Erde, und der Ort welcher alsdann bey k in die Nachtseite der Erde geht, sieht bey Sonnen Untergang den westlichen Mondrand h den östlichen Sonnen-

nenrand K zuletzt berühren. Der Mondschatten läuft demnach von Abend gegen Morgen über die Erdoberfläche fort, und die westlichen Länder müssen daher die Sonne früher als die östlichen verfinstert sehen. Aus dem Monde würde dies ganz eigentlich zu bemerken seyn, und sich die bey uns erscheinende Sonnenfinsterniß, daselbst als eine vom Schatten des Mondes bewirkte Erdfinsterniß darstellen.

§. 549. Die Theorie und die Berechnung der Erscheinung einer Sonnenfinsterniß sowol allgemein für die ganze Erde als für einzelne Oerter ist wegen der sich beständig dabey einmischenden Parallaxe des Mondes viel schwerer und weitläuftiger als bey den Mondfinsternissen einzusehen und ins Werk zu richten, beydes wird aber sehr erleichtert, wenn man solche als wirkliche Erdfinsternisse vorstellt, und den Zuschauer sich über der Erde in einem dazu schicklichen Punct gedenkt, welches zu einem gewissen sehr faßlichen Entwurf der Erdfläche und des Weges vom Mondhalbschatten über dieselbe, während der bemerkten Sonnenfinsterniß führt. Es sey in Fig. 118 T der Mittelpunct der Erde BCAG; nach der Linie TCS hinaus stehe der Mittelpunct der Sonne und der Neumond in eben der Fläche in L etwa 400mal näher, so wird der Halbmesser der Erde aus dem Mond unter den Winkel LTB = LTA = der horizontalen Parallaxe des Mondes, etwa 60 Min. und eben dieser aus der Sonne unter den Winkel ihrer horizontalen Parallaxe bey uns gesehen. Letztere trägt aber nur $8\frac{1}{2}$ Sec. aus (§. 472)

und

und daher werden Linien von B und A nach den Mittelpunct der Sonne gezogen sich gegen CS nur um diese wenigen Sec. neigen und bey Linien von O, P, R, H wird diese Neigung noch geringer. Hieraus folgt, daß alle Gesichtslinien von verschiedenen Puncten der Erdoberfläche wie Bm; Oo; Pp; CS; Rr; Hh; An; als unter sich parallel gehend und doch den Mittelpunct der Sonne treffend anzusehen sind. MN sey ein zwischen Erde und Sonne und über AB oder der aus der Sonne gesehenen erleuchteten Erdfläche in einer parallelen Ebene liegender Theil der Mondbahn, der als geradelinigt betrachtet wird, weil er nicht viel über 3 Grad enthalten kann; und in welchen der Mond von M nach N oder von Abend gegen Morgen fortrückt.

§. 550. Der Raum der Mondbahn Lm = Ln den die aus TB oder TA nach der Sonne gehende Parallellinien einschließen ist dem Halbmesser der Erde gleich, weil TLB = mBL, wovon aber noch zu mehrerer Genauigkeit die Parallaxe der Sonne abgezogen wird, indem durch eine Neigung der Linie Bm oder An von $8\frac{1}{2}''$ gegen CS der Winkel LBm = LAn und folglich auch Lm oder Ln um so viel kleiner wird. Der Entwurf vom Halbmesser der Erde in der Gegend der Mondbahn ist demnach genau der horizontalen Parallaxe des Mondes weniger der horizontalen Parallaxe der Sonne gleich. Dies hindert aber nicht die Linien Bm, TS, An als unter sich parallel anzusehen, denn man kann sich in m, o, p, L, r, h, n und allen dazwischen liegenden Puncten den Mittelpunct

und

und folglich das Bild der Sonne gedenken, welches hier in m und n vorkommt. Steht daher der Mittelpunct des Mondes zugleich in m, so erscheint die Sonne in B bey Sonnen Aufgang (die Erde wälzt sich nach BCA um ihre Axe) zuerst central verfinstert. Kommt jenes in o und p so wird auch eine centrale Sonnenfinsterniß in O und P gesehen. In C trift dieses zur Zeit der ☌ des Mondes mit der Sonne in L ein. Braucht der Mond 2 Stunden von m bis L zu gehen, so wird der Ort B die centrale Finsterniß 2 Stunden vor der ☌ sehen. Erreicht der Mond nach der ☌ den Punct r, so wird in R; den Punct h, so wird in H eine centrale Finsterniß gerade um so viel Zeit nach ☌ sich zeigen als der Mond braucht um Lr, Lh zurückzulegen. Ist der Mittelpunct des Mondes endlich in n angelangt, so sieht der Ort A die Sonne central verfinstert untergehen.

§. 551. Wenn auch die Halbkugel der Erde BCA gehörig auf die durch AB gehende Ebene entworfen wird, so gilt der Punct d für O; e für P; T für C; f für R, g für H; A und B bleiben für sich. Es ist aber bisher nur vom Mittelpunct des Mondes und Halbschattens die Rede gewesen; welcher zugleich der Mittelpunct des wahren Schattens ist dessen Halbmesser sich aus Halbmess. ☾ — Halbm ☉ findet. Wenn aber der Mittelpunct des Mondes beym Anfang in M steht, so berührt sein östlicher Rand bereits den westlichen Rand der Sonne und dies bemerkt der alsdann in B aufgehende Ort zuerst: Die Berechnung der entgegenste-

henden Ränder geschieht in N beym Ende welches der alsdann in der Nachtseite der Erde gehende Ort A zuletzt bemerkt. Die vom Halbschatten bewürkte verschiedene Größe der Finsterniß auf der Erde zu einer gewissen Zeit ist aus der Figur leicht zu erkennen. Z. B. wenn der Mond in o ist, so ist unter O die Finsterniß central; B sieht die Sonne noch etwas östlich vom Mond bedeckt, und P über halb westlich u. s. f. eben dies gilt für die auf AB entworfenen übereinstimmenden Puncte. Die Größe nN = Mm bestimmt den Halbmesser des Halbschattens welcher der Summe vom Halbmesser der Sonne und des Mondes gleich ist. Es kann also niemals eine Sonnenfinsterniß auf der Erde sichtbar seyn, wenn LM = LN nemlich der Abstand des Mittelpuncts vom Monde von dem Puncte der ☌ mit der Sonne in L oder der Winkel LTM = LTN größer ist als der Halbmesser der Erde = LTM (Parallaxe ☾ — Parallaxe ☉) + Halbmesser ☾ + Halbm. ☉.

§. 552. Bisher ist zur Erleichterung der Vorstellung angenommen worden, als wenn die Bahn des Mondes in der Fläche der Ecliptik ihre Lage hätte; da sich selbige aber um 5 Grad gegen diese Fläche neigt, so können nur die Neumonde, welche gerade im ☊ oder ☋ einfallen, oder bey welchen der Theil der Bahn MN genau durch die Linie CS in L geht, eine centrale Sonnenfinsterniß von der größesten Dauer aus T betrachtet, verursachen, denn alsdann läuft der Halbschatten mitten über die Erde. Je größer aber der Abstand des Neu-

mon-

monden von der Linie CS nach Norden und Süden, oder die Breite desselben ist, desto geringer ist der Theil vom Halbschatten der auf die Erde fällt. Wenn die Breite in der ☌ die Größe LM = LN hat, berührt der Mittelpunct vom Halbschatten nur den Rand der Erde, und dann hört eine centrale Finsterniß irgendwo auf der Erde möglich zu seyn auf; und wenn diese Breite LM = LN übersteigt, so fällt der Halbschatten gänzlich außerhalb der Erde, und es ist gar keine Finsterniß möglich, wobey man sich M senkrecht über L oder der Fläche der Ecliptik gegen Norden in der Weite LM und N eben so viel senkrecht unter L oder dieser Fläche nach Süden gedenken muß. Die größere oder kleinere Breite des Mondes in ☌ richtet sich nach seinen jedesmaligen Abstand vom ☊ oder ☋ und die Fig. 119 zeigt, unter welchen Bedingungen die Sonnenfinsternisse für die ganze Erde möglich sind.

§. 553. In dieser Figur ist AB die Ecliptik, CD die um 5° gegen dieselbe geneigte Mondbahn und in ☊ der aufsteigende Knoten derselben. In h, i, k, l und m liegt der Mittelpunct der Erde zur Zeit der ☌ des Mondes mit der Sonne in verschiedenen Entfernungen vom Knoten, so daß man sich senkrecht über h, i, k, l, m den Mittelpunct der Sonne vorstellt, und folglich EF die von der Sonne erleuchtete halbe Erdfläche ist, welche zu der Zeit des Neumonden aus der Sonne gesehen wird. Steht nun der Neumond gerade in ☊, so fällt der Mittelpunct des Halbschattens (der hier in gehörigem Verhältniß gegen EF verzeichnet ist) auf den Mit-

telpunct des Entwurfes der Erdfläche und es entsteht eine centrale Sonnenfinsterniß. In i ist die Breite des Neumonden iu und der Halbschatten fällt in der nächsten ☌ in n noch ganz auf die Erde, wiewol größtentheils in den nordlichen Gegenden derselben. Geschieht die ☌ in k, so fällt schon ein Theil vom Halbschatten nordwärts außerhalb der Erde, doch ist noch eine centrale Sonnenfinsterniß in den nordlichen Ländern möglich, weil die Breite des Neumonden kt noch nicht den Halbmesser der Erde übersteigt. Dies erfolgt hingegen wenn die ☌ in der Entfernung hl vom ☊ eintrift, es fällt nur noch ein Theil vom Halbschatten an der Mitternachtsseite der Erde, woselbst eine partiale Sonnenfinsterniß sichtbar ist. Endlich bey m kann nichts mehr vom Halbschatten die Erde treffen und folglich nirgends eine Bedeckung an der Sonne gesehen werden. Da die größte Parallaxe des Mondes sich bis auf 61 Min. 32 Sec., der Halbmesser des Mondes auf 16 Min. 47 Sec. und der Halbmesser der Sonne auf 16 Min. 15 Sec. erstrecken kann, so ist, die Parallaxe der Sonne 8″ gesetzt, nach voriger Anweisung $61'.\ 32'' - 8'' + 16'.\ 47'' + 16'.\ 15'' = 1^{\circ}.\ 34'.\ 26''$. die Größe über welche die Breite des Mondes in ☌ nicht gehen muß wenn sich dabey eine Erdfinsterniß zutragen soll. Hiezu gehört eine Entfernung von 18 bis 19°. vor oder nach ☊ und ☋. Die Summe der Halbmesser von Erde, Mond und Sonne kann aber zur Zeit der Erdferne um 10 Min. geringer oder 1° 24′ seyn, und dieser Breite kommt ein Abstand

von

von 16 bis 17° von den Knoten zu. Rechnet man unterdessen noch auf den ungleichen Lauf des Mondes, so lassen sich endlich die Gränzen, innerhalb welchen eine Erdfinsterniß entweder wahrscheinlich oder gewiß geschieht auf 21 und 15 Grad Abstand der Sonne oder des Neumonden von einen der Knoten festsetzen, woraus abzunehmen ist, daß Erdfinsternisse häufiger vorfallen können als Mondfinsternisse, weil letztere nicht über 12 bis 13° von den Knoten (§. 532) möglich bleiben.

§. 554. Die Ursache warum nicht alle Neumonde Erdfinsternisse mit sich bringen ist eben so wie bey den Mondfinsternissen nicht allein, weil die Mondbahn eine Neigung gegen die Fläche der Ecliptik hat, sondern auch, weil der Mond nicht immer in einem und denselben Puncte des Thierkreises mit der Sonne zusammen kömmt. Der Mond kann in einer ☌ um 30°, und also zu weit von den Knoten gegen Morgen entfernt seyn, mit dem er bey der zunächst vorhergehenden genau zusammentraf, und eine centrale Sonnenfinsterniß verursachte. Wiewol sich der Fall auch oft ereignet, daß zwey Neumonde nacheinander partiale Erdfinsternisse mitbringen, weil nemlich der erste so weit vor einen Knoten, und der andere nach denselben fallen kann, daß der Abstand die oben angegebene Gränzen nicht überschreitet, welches bey Vollmonden nicht statt findet. Noch ist von dem Zurückgange der Knoten gegen Abend zu merken, daß auch die Sonnenfinsternisse daher nach und nach in mehr westliche Puncte des Thierkreises vorfallen.

Folgende Tafel zeigt für das 1777ste Jahr für alle Neumonde eben das was obige §. 536. für die Vollmonde desselben Jahres enthält.

Ort des ☊ ☋	Zeit und Ort des Neumondes ☌		Abstand von ☊ oder ☋ vor — nach +	in Figur 114.	
28° ♋ ♑	9 Jan.	20° ♑	☋ — 8°	☋	A
26	8 Febr.	19° ♒	☋ + 23	☋	B
24	9 März	19 ♓	☋ + 55	☋	C
23	8 April	18 ♈	☋ + 85	☋	D
21	7 May	17 ♉	☊ — 64	☊	E
20	5 Jun.	15 ♊	☊ — 35	☊	F
18	5 Jul.	13 ♋	☊ — 5	☊	G
17	3 Aug.	11 ♌	☊ + 24	☊	H
15	2 Sept.	10 ♍	☊ + 55	☊	I
14	1 Oct.	9 ♎	☊ + 85	☊	K
12	31 Oct.	8 ♏	☋ — 64	☋	L
10	30 Nov.	8 ♐	☋ — 32	☋	M
9	29 Dec.	9 ♑	☋ — 0	☋	O

Die in dieser Tafel vorkommende Neumonde des 1777sten Jahres sind auch in der 114ten Figur nach ihren verschiedenen Abständen von ☊ oder ☋ vorgestellt. Der erste Neumond am 9 Jan. A fällt 8° vor ☋ und bringt daher nach vorigen Bedingungen eine Erdfinsterniß, wobey der Mondhalbschatten weil die Breite des Mondes nordlich ist, die Mitternachtsseite der Erde trift. Hierauf kommt der Volle Mond a am 23sten Jan. 7° nach ☊ und wird verfinstert. Die folgenden Neu- und Vollmonde

monde B, b; C, c; D, d; E, e; F, f; sind alle zu weit von ☊ oder ☋ um Finsternisse zu verursachen. Der Neumond G am 5ten Jul. aber stellt sich 5° vor ☊ ein, und wirft den größten Theil seines Halbschattens auf die südlichen Gegenden der Erde. Der nach ihm folgende Vollmond g am 20. Jul. leidet 11° nach ☋ eine geringe Verdunkelung vom Erdschatten. Die Neu- und Vollmonde der folgenden Monate: H, h; I, i; K, k; L, l; M, m gehen alle wieder der Erde und ihren Schatten vorbey. Allein der auf den Vollmond m sich einstellende Neumond O am 29sten December fällt gerade im ☋ und bringt daher eine centrale Erdfinsterniß mit sich.

§. 555. Die zur Berechnung einer Erdfinsterniß, sowol nach ihrer allgemeinen Erscheinung für die ganze Erde als für einen einzelnen Ort, nöthigen Angaben werden aus den astronomischen Tafeln genommen. Man kann vorläufig nach leichten Regeln wissen, wenn ein Neumond bey welchen eine Erdfinsterniß möglich ist, einfällt. Alsdenn sucht man aus den Tafeln die genaue Zeit der wahren ☌ nach der Uhr eines gewissen Ortes, und ferner für diesen Zeitpunct: Die Breite des Mondes und deren stündliche Veränderung; stündliche Bewegung, Halbmesser und Parallaxe des Mondes und der Sonne ꝛc. Aus diesen und andern erforderlichen Angaben liesse sich alsdann der Anfang, das Mittel und Ende, die Größe ꝛc. einer Sonnenfinsterniß für einen gegebenen Ort trigonometrisch berechnen; allein dieses Unternehmen wird wegen der, vornemlich von der Parallaxe des Mondes herrührenden in

verschiedenen Höhen über den Horizont veränderlichen Unterschiede zwischen der wahren und scheinbaren ☌, Entfernung des Mondes von der Sonne in der Länge und Breite, stündliche Bewegung ꝛc. die aufs genaueste bekannt seyn müssen, sehr mühsam. Es läßt sich aber diese Untersuchung sehr abkürzen, wenn man einen Entwurf der Erdfläche zur Zeit des Neumondes nach den oben beygebrachten Gründen verfertigt, nach welchen sich mit Circul und Lineal die Wirkung der Parallaxe und damit die ganze Erscheinung einer Sonnenfinsterniß für einen jeden gegebenen Ort findet. Zugleich ergiebt sich dabey auf eben die Art mechanisch, und mit Beyhülfe einer Erdkugel, was der wahre oder Halbschatten des Mondes über die Erdfläche für einen Weg nimmt, wie und in welchen Ländern folglich die Sonnenfinsterniß sichtbar fällt ꝛc. Ich werde hier das ganze Verfahren hersetzen, und das was zur nähern Erläuterung desselben gehört, statt aller vorläufigen Regeln, da anbringen, wo mich der Vortrag darauf führt. Ich wähle die Erdfinsterniß vom 24sten Junius dieses 1778sten Jahres als ein Beyspiel, welche die 120ste und 121ste Fig. jene allgemein für die ganze Erde und diese insbesondere für Berlin entworfen, vorstellt.

§. 556. Nach den Mayerschen Tafeln finden sich bey dieser Finsterniß folgende zur Verfertigung dieses Entwurfs derselben nöthigen Stücke: Der Neumond oder die wahre ☌ des Mondes mit der Sonne in der Ecliptik trift ein im 3° ♋ den 24sten Jun. nach dem Berliner Meridian Nachmittags um

4 Uhr 30 Min. 16 Sec. wahrer Zeit. Alsdann ist, Vom Monde: die Nordliche Breite 19′ 26″; stündliche Bewegung 37′ 45″; stündliche Zunahme der Breite 3′ 29″; Halbmesser 16′ 40″; horizontale Parallaxe 61′ 11″ Von der Sonne: stündliche Bewegung 2′ 23″; Halbmesser 15′ 47″; Parallaxe 8″; Nordliche Abweichung 23° 26′; Winkel der Ecliptik mit dem Meridian 88° 40′ westlich. Hieraus wird noch berechnet: stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne = 37′ 45″ — 2′ 23″ = 35′ 22″; Halbmesser der Erde = 61′ 11″ — 8″ = 61′ 3″; Halbmesser des Mondshalbschattens = 16′ 40″ + 15′ 47″ = 32′ 27″; des wahren Schattens = 16′ 40″ — 15′ 47″ = 0′ 53″ (der Mond kann also bey dieser Finsterniß die Sonne total bedecken. §. 546.) Nach diesen Angaben ist die 120ste Figur nach den angenommenen Maaßstab K von 60 Min. oder einen Grad entworfen, welcher hier des eingeschränkten Raums wegen nur klein und sonsten wenigstens 6 Zoll lang seyn muß, um vermittelst der Construction die Zeit bis auf eine Minute genau und sicher zu finden, welches bey den folgenden nach einer größern Zeichnung hat geschehen können. Ich will nun zuerst zeigen wie nach derselben und der 121sten Figur die Erscheinung dieser Erdfinsterniß allgemein für die ganze Erde und dann besonders für Berlin sich finden lasse.

§. 557. Man nehme demnach von dem Maaßstab K 61′ 3″ als den Halbmesser der Erde und beschreibe damit Fig. 120 aus C den Kreis DMER;

dieser begränzt die aus der Sonne jedesmal sichtbare oder von derselben erleuchtete Erdfläche, weil die Sonne in einer Linie senkrecht über den Mittelpunct C gesetzt wird, mit welcher übrigens, wegen ihrer großen Entfernung alle von dieser Fläche nach dem Mittelpunct der Sonne gezogene Linien parallel gehen, und daher kann man sich in C und allen übrigen Puncten den Mittelpunct der Sonne gedenken. Das Auge betrachtet hier die Erde gleichfalls zur Zeit des Neumondes senkrecht über C in einer Entfernung die der Weite des Mondes von uns gleich ist, woselbst diese als eine flache Scheibe erscheinen wird, oder man kann sich auch nach der 118ten Figur vorstellen, daß alle auf der Oberfläche der Halbkugel B C A aus verschiedenen Puncten der Mond und Sonnenbahnen gezogenen unter sich parallele Linien an eine durch den Mittelpunkt der Erde gehende Fläche senkrecht gezogen, daselbst die nemlichen Punkte bemerken, und so wird in Fig. 120 die Lage der Ecliptik und Sonnenbahn für die Zeit der Finsterniß am Himmel auf die Erdfläche entworfen. DCE ist ein Theil der Ecliptik und C der Punct in welchen die Sonne in ☌ mit dem Mond steht oder der wahre Neumond vorgeht. D bezeichnet hier Abend und E Morgen; CLl senkrecht auf DCE ist ein Breitenkreis, nach L der Nord= und l der Südpol der Ecliptik. Man trage die nordliche Breite des Neumonden 19′ 26″ von C nach o und die stündliche Zunahme derselben 3′ 29″ von o aufwärts bis n, ziehe alsdann von n auf Ll senkrecht eine Linie gegen Morgen wohin der

der Mond läuft, und trage die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne 35′ 22″, (die Sonne wird hiebey in C in Ruhe gesetzt) von o aus bis zu einem Punct der vorigen Linie welcher hier p ist. Alsdenn ist die durch o und p gezogene Linie A B die wahre Mondbahn in ihrer richtigen Lage. In o trift die ☌ ☾ ☉ in Ecliptik um 4 Uhr 30′ nach dem Berliner Meridian, folglich steht der Mond in p um 5 Uhr 30′, trägt man daher o p so oft es auf der Mondbahn angeht von o nach A und B fort, so zeigt sich der Ort des Mondes von Stunde zu Stunde; eine jede Stunde wird alsdann in 60 Min. und so die ganze Mondbahn in Zeit eingetheilt, welches in der Figur von 30 zu 30 Min. geschehen ist.

§. 558. Ist nun der Mond in A, so kann sein Halbschatten, welcher aus diesem Punct mit dem Halbmesser von 32′ 27″ beschrieben worden die Erde zuerst in r treffen, oder beschreibt man aus r die Sonne und aus A den Mond mit ihren zugehörigen Halbmessern, so werden sich beyde anfangen zu berühren, und da geht die Erdfinsterniß an, wenn Berlin 1 Uhr 52 Minuten Nachmittag zählt. In e tritt der Mittelpunct des Halbschattens oder der wahre Mondschatten in die Erdfläche, wenn es zu Berlin 2 Uhr 49 Minuten ist, und alsdann fängt die totale Finsterniß irgendwo auf der Erde an. Man kann sich hiebey Sonne und Mond aus e beschrieben vorstellen. Läßt man von C auf A B ein Perpendicul C d fallen, so ist in d das Mittel der ganzen Finsterniß um 4 Uhr 27 Minuten, und der

Mittel-

Mittelpunct des Mondes steht dem Mittelpunct der Sonne am nächsten. Die Figur zeigt den aus d beschriebenen Halbschatten des Mondes für diese Zeit auf der Mitte seines Weges über die Erdfläche. Kommt der Mittelpunct des Halbschattens oder des Mondes bis in h, so verläßt er die Erdfläche oder den in h entworfenen Mittelpunct der Sonne, und damit ist das Ende der totalen Sonnenfinsterniß auf der Erde um 6 Uhr 5 Minuten. Erreicht endlich der Mittelpunct des Halbschattens den Punct B, oder berühren sich Mond und Sonne aus B und t beschrieben zuletzt, so rückt sein westlicher Rand bey t gänzlich aus der Erdfläche und macht das Ende der ganzen Finsterniß um 7 Uhr 2 Minuten. Die Verweilung des Mittelpuncts auf der Erdfläche, oder die Dauer der totalen Finsterniß ist demnach 3 Stunden 16 Minuten; der ganzen Finsterniß aber 5 Stunden 10 Minuten. Alles dieses hätte man auch durch eine ähnliche Rechnung wie bey den Mondfinsternissen §. 540. leicht finden können und bis dahin ist überhaupt der Entwurf einer Erdfinsterniß den von einer Mondfinsterniß völlig ähnlich. Die Figur zeigt auch noch, daß bey dieser Finsterniß der Theil der Erdfläche zwischen den Linien f g und i k beschattet werde. Unter e h wird die Sonne total und zu beyden Seiten mit dem weitern Abstande immer weniger verfinstert. Unter f g und i k berühren sich nur die Ränder der Sonne und des Mondes, und über diesen Linien nach Norden oder Süden ist nichts von einer Sonnenfinsterniß zu bemerken.

§. 559.

§. 559. Soll aber auch bestimmt werden was vornemlich r, e, d, h, t für Oerter sind, welche der Halbschatten beym Anfang, Mittel und Ende der Finsterniß trift, so dient dazu folgende Anweisung. Zuerst muß bekannt seyn, wie zur Zeit der Finsterniß aus der Sonne betrachtet, der Meridian in welchen die Sonne als unbeweglich gesetzt wird gegen die Ecliptik liegt, dies ergiebt sich aus den obigen Winkel 88° 40′, welcher, weil die Sonne zwischen ♋ und ♑ steht, an der Westseite des Breitencirculs von D nach M getragen wird und bey einem Stande der Sonne zwischen ♑ und ♋ an der Ostseite fallen würde. MR ist demnach der Meridian der Sonne, welcher, weil er hier senkrecht gegen das Auge steht, als eine gerade Linie erscheint. Da die Sonne noch fast ihre größte nordliche Abweichung hat, so ist der Nordpol auf CM der Sonne zugewendet, und in einem Abstand von C, welcher dem Complement ihrer Abweichung = 66° 34′ gleich ist, anzutreffen, der Aequator geht daher hier unterhalb C in der Größe der Abweichung der Sonne = 23° 26′ unter einen rechten Winkel durch den Meridian. Der Maaßstab P hat die Größe des Erdhalbmessers CD, so daß ab den Radius vorstellt, und ist nach den Sinussen der Bögen von a aus abgetheilt. Von diesen Maaßstab werden 66° 34′ genommen, und von C nach Y getragen, so ist Y der Nordpol und eben so 23° 26′ von C nach W, so ist W der Punct des Meridians, wodurch der Aequator 6, 12, 6 geht, welcher sich hier in der sogenannten orthographischen Projection als eine halbe Ellipse zeigt, und

wornach

wornach sich sowol die Lage aller Parallelen desselben, als die Richtung der Umwälzung der Erdkugel von D nach W E ergiebt. Alle Meridiane außer den allgemeinen M R lassen sich als Ellipsen die vom Pol Y aus durch den Aequator gehen gedenken. Bey D wird 6 Uhr Morgens, unter R W C M 12 Uhr Mittags, und bey E 6 Uhr Abends gezählt. Ein jeder unter C durchgehender Ort hat die Sonne im Zenith.

§. 560. Man erhebe hierauf den Nordpol eines Erdglobi nach der Abweichung der Sonne um 23° 26′ über den Horizont, so zeigt sich die von der im Zenith desselben stehenden Sonne jedesmal erleuchtete Halbkugel. Stelle Berlin unterm Meridian und den Zeiger auf 1 Uhr 52′ Nachmittag, als den Anfang der Finsterniß in A, drehe alsdann den Globus herum, bis der Zeiger 12 Uhr Mittags weiset, so liegt ein Ort unter C 23½° vom Aequator, welcher die Sonne im Zenith hat, zugleich wird die Erde in r vom Halbschatten des Mondes zuerst berührt, und wenn man den Bogen M r in der Projection = 83° vom Meridian in Norden gegen Westen herum am Horizont des Globus abzählt, so findet sich, das der Ort r welcher die Sonne bey Sonnenaufgang zuerst verfinstert sieht, im Südmeer bey den mexicanischen Küsten unterm 270° der Länge und 7° nordlicher Breite liegt. Wird abermal Berlin unterm Meridian und der Zeiger auf 2 Uhr 49′ gestellt, hierauf der Globus umgedreht bis der Zeiger Mittag weiset, so wird der Bogen M e = 76° am hölzernen Horizont von

Norden

Norden gegen Westen abgezählt, den Ort e auf der Kugel bezeichnen, welcher eben aufgeht, und die Sonne des Morgens bey ihren Aufgang total verfinstert erblickt; er liegt süd-westlich unter Californien im Südmeer unterm 253° der Länge und 13° nordlicher Breite. Der Ort d welcher die Sonne gerade zur Zeit des Mittels der Finsterniß total verdunkelt sieht, wird also gefunden. Man stelle Berlin unter dem Meridian des Globi und den Zeiger auf 4 Uhr 27′, drehe die Kugel herum bis der Zeiger 12 Uhr Mittag angiebt, so hat der Globus mit der erleuchteten Halbkugel der Erde eine ähnliche Stellung. Man befestige alsdenn am Zenith desselben den gewöhnlichen Höhenquadranten, rücke solchen von Norden nach Westen am Horizont um den Bogen M I = 4½° messe alsdann die Weite C d auf den Maaßstab P und so viele Grade sie daselbst angiebt zähle man vom Zenith der Kugel am Höhenquadranten herab, so liegt an demselben der Ort e untern 322° der Länge und 42° nordlicher Breite im Ocean unterhalb Cap Breton in Nordamerica, und so ließen sich auch die Oerter finden die um 4 5 und 6 Uhr untern Mittelpunct des Halbschattens liegen. Will man noch wißen, wie weit sich im Mittel der Halbschatten gegen Norden und Süden erstreckt, so nehme man CZ auf dem Maaßstab P und zähle die Grade am Höhenquadranten vom Zenith nach Norden, so findet sich beyläufig der 86ste Grad nordlicher Breite als die äußerste nordliche Gränze, und eben so giebt CS auf P gemeßen und am Quadranten nach Süden gezählt den 12ten

Grad

Grad nordlicher Breite für die südlichste Gränze des Halbschattens an. Wird ferner Berlin abermal untern Meridian und der Zeiger auf 6 Uhr 5′ gesetzt, hierauf der Globus umgewälzt bis der Zeiger 12 Uhr Mittags weiset, so liegt um den Bogen Mh = 67° von Norden nach Osten am Horizont herum der Ort h welcher die Sonne zuletzt und zwar bey ihren Untergang total verfinstert untergehen sieht, er findet sich untern 39° der Länge und 21° nordlicher Breite in der africanischen Wüste Sara. Endlich wenn Berlin nochmals unterm Meridian und der Zeiger auf 7 Uhr 2′ gesetzt und dann die Kugel umgewälzt wird bis der Zeiger Mittag angiebt, so bestimmt der Bogen Mt = 74° am Horizont gerechnet den Ort t auf der Kugel dem die Sonne zuletzt verfinstert untergeht. Er liegt untern 22° der Länge und 15° nordlicher Breite in Africa nordlich über der Goldküste. Hieraus läßt sich schon mit Zuziehung des Globi beurtheilen daß der Mittelpunct des Halbschattens, oder der wahre Mondschatten, über Neuspanien, Florida, Neuengland ꝛc. in Nordamerica, dem atlantischen Ocean und einen Theil des nordlichen Africa gehe, wo also die Sonne total verfinstert erscheint; daß aber in dem nordlichen und mittlern America, in Europa und dem westlichen Africa die Finsterniß partial seyn werde.

§. 561. Die Größe des Raums den der Halb- und wahre Mondschatten zur Zeit des Mittels der Erdfinsterniß in d auf der Oberfläche der Erde einnimmt läßt sich folgendermaaßen beyläufig finden.

Man messe CS und Cd auf den Maßstab P, addire beyde zusammen, so kömmt der südliche Halbmesser des Halbschattens dS im Bogen der Erdkugel, wird ferner CZ auf P gemessen und hievon Cd subtrahirt, so ergiebt sich der nordliche Halbmesser dZ im Bogen; endlich kömmt der westliche oder östliche heraus, wenn man dq auf P gemessen, mit dem Cosinus des Bogens Cd multiplicirt. Diesemnach wäre bey dieser Finsterniß $dS = 12^\circ + 18^\circ = 30^\circ \times 15 = 450$ Meilen, $dZ = 57^\circ - 18^\circ = 39^\circ \times 15 = 585$ Meilen, und $dq = 32^\circ \times$ Cos. $18^\circ = 20^\circ \times 15 = 450$ Meilen, woraus sich findet daß der nordliche Theil des Halbschattens länglicht wird, und sich weiter als der Südliche erstreckt. Es wird folglich auf einmal ein ovaler Raum der Erdfläche vom Monde Halbschatten bedeckt, dessen Größe von Norden nach Süden 1035 und von Osten nach Westen 900 Meilen austrägt. Der wahre Mondschatten breitet sich aber nur über einen geringen Theil der Erdfläche aus, und um bey dieser Finsterniß seinen Halbmesser auf der Erde in d zu finden da dessen Breite zu beyden Seiten der Mondbahn 57 Sec. groß ist, verfahre man also: die Weite Cd — 57 Sec. (vom Maßstab K genommen) giebt auf P gemessen $17\frac{1}{2}^\circ$ und da der Bogen Cd genauer $18\frac{1}{2}^\circ$ austrägt, so kommt der Halbmesser des wahren Schattens von 1° oder 15 Meilen heraus, und der Schattenfleck, welcher hier als kreisförmig zu betrachten ist, (weil der Mittelpunct d noch ziemlich nahe bey C fällt) hat bey dieser Finsterniß

etwa 30 Meilen in der Breite. Je weiter sonst d von C kömmt, um desto länglichter wird der Schattenfleck und eben so auch der Halbschatten.

§. 562. Um nun auch die Zeit und Größe dieser Sonnenfinsterniß für Berlin zu finden, nehme man die Nordliche Polhöhe zu Berlin = 52°. 32′. addire dazu und subtrahire davon die Abweichung der Sonne = 23° 26′. Nehme hierauf die Summe von 75° 58′ von dem Maßstab P und trage solche von C in Fig. 120 nach w dann auch die Differenz = 29° 6′ von C nach XII. Letztere ist die Entfernung der Sonne am 24sten Jun. zu Mittage vom Berliner Zenith und erstere zu Mitternacht vom Berliner Nadir, folglich das Complement der Sonnentiefe unterm Horizont in Norden. Man trage ferner die Polhöhe zu Berlin von dem Maßstab P genommen von C nach x. Ziehe ba durch x auf MR senkrecht; theile XII. w in die Hälfte in m, ziehe durch m eine Linie VI. VI. parallel mit ba, und mache VI. VI = ba, so ist VI. VI. die grosse, und XII. w die kleine Axe einer Ellipse auf der Erdoberfläche, welche Berlin in einem dem Monde gleichen Abstande senkrecht über C betrachtet, bey der Umwälzung der Erdkugel von D nach E zu beschreiben scheint, indem der Parallelkreis dieser Stadt alsdann schräge gegen das Auge liegt. Um diese Ellipse zu verzeichnen und richtig in Stunden einzutheilen, beschreibe man aus m mit dem Halbmesser m VI. den halben Circul VI y VI und mit m XII einen kleinern. Theile beyder Umkreis in 12 Theile, ziehe Linien aus den erstern senkrecht auf

VI m VI und bemerke wo diese von andern durch die Theilungspuncte des kleinern Circuls senkrecht auf mC stehenden Linien durchschnitten werden, da ergeben sich die Puncte für die Stunden, welche zusammengezogen die halbe Ellipse VI. XII. VI. formiren. Auf gleiche Art läßt sich auch die andere Hälfte VI w VI entwerfen. Die Stunden zur Linken sind Morgen- und zur Rechten Abendstunden. In XII steht Berlin um Mittage in der sichtbaren und in w um Mitternacht in der unsichtbaren oder Nachtseite der Erdkugel. Die Sonne geht zu Berlin auf wenn diese Stadt in das erleuchtete Hemisphärium der Erde kommt, und geht unter wenn sie zur rechten aus dasselbe rückt. Der Bogen des Meridians C. XII ist der Abstand der Sonne vom Berliner Zenith zu Mittage und so sind auch Linien von C nach einer jeden Stunde der disseitigen Halbkugel gezogen, Verticalkreise, und bestimmen die jedesmalige Weite der Sonne vom Zenith und zugleich den Winkel, den der Meridian worinn die Sonne steht mit dem durch dieselbe gehenden Verticalkreis macht. Nach dieser Constructionsart sind diese Linien die Sinusse der ihnen zugehörigen Bögen, welche sich demnach auf den Maaßstab P finden lassen. Die Größe der Höhenparallaxe des Mondes richtet sich nach den Sinus seines Abstandes vom Zenith (§. 230.) Der Halbmesser CE ist die Größe der horizontalen Parallaxe, und der Mond ist zur Zeit einer Finsterniß nahe bey der Sonne, daher geben Linien von C nach einer jeden Stunde gezogen, und auf K gemessen, die jedesmalige Höhenparallaxe an.

 §. 563.

§. 563. Man könnte nun correspondirende Zeitpuncte auf der Mondbahn AB und der rechten Seite des Berliner Parallelkreises suchen, weil die ☌ nach Mittage geschieht, und aus jenen den Mond, aus diesen aber die Sonne gehörig beschreiben, so ließe sich der Anfang, das Mittel und Ende, die Größe der scheinbaren Bedeckung der Sonne vom Monde finden. Unterdessen würde die Figur dadurch zu sehr mit Circuln angefüllt werden, und dann stellte sie alles umgekehrt vor, weil der Zuschauer außerhalb der Erde gesetzt wird. Deswegen ist es besser die Erscheinung wie sie am Himmel gegen den Berliner Horizont vorgeht aus den allgemeinen Entwurf Fig. 120 genommen, besonders zu verzeichnen und dazu einerley Maaßstab zu nehmen, wie in der 121sten Fig. geschehen, weil sich alsdann die Wirkung der Parallaxe des Mondes sehr deutlich ergiebt. Demnach ist C der Mittelpunct der Sonne; nach E Osten und nach D Westen. HL ein um 4 Uhr 30′ durch dieselbe gehender Verticalkreis, welcher (nach Fig. 120) mit den Meridian der Sonne einen Winkel von 42° westwärts macht. Es kann also der Meridian PS gezogen werden. Mit demselben macht die Ecliptik westlich einen Winkel von 88° 40′, daher läßt sich auch diese Sonnenbahn DE in ihrer Lage gegen den Horizont ziehen. Auf eine ähnliche Art wird sich die wahre Mondbahn AB (aus der 120 Fig.) entwerfen und in Zeit eintheilen laßen. Bey IV Uhr 30′ ist die wahre ☌ ☾ ☉ in der Ecliptik in der Länge und n die nächste Zusammenkunft in der Breite. Hätte nun

nun der Mond keine Parallaxe so würde hier sein Mittelpunct dem nordlichen Sonnenrande vorbey gehen und ein südlicher Theil des Mondes einen nordlichen der Sonne bedecken. So aber wird der Mond um die Größe seiner Parallaxe am Himmel in einem jeden Verticalkreis niedriger gesehen. Von den Punct der Mondbahn AB IV. 30 wird eine Verticallinie parallel mit HL herunter gezogen und da um V Uhr 30′ der Winkel des Meridians mit HL sich für diese Zeichnung unmerklich verändert hat; so wird auch von V. 30 der Mondbahn eine Verticallinie mit HL parallel heruntergezogen. Um VI Uhr 30′ ist jener Winkel (zufolge der 120sten Fig.) nur 40° und daher wird IK für diese Zeit der Verticalkreis, mit welchen von der Mondbahn von VI. 30 an unterwärts ein anderer parallel gezogen wird.

§. 564. Die Größe der Höhenparallaxe des Mondes für eine jede dieser drey Zeitpuncte wird aus der 120sten Fig. von C aus genommen, und in der 121sten Fig. von der wahren Mondbahn in den gezogenen Verticallinien herunter getragen, so ergeben sich für diese Zeitpuncte drey scheinbare Oerter des Mondes und durch diese läßt sich diejenige Bahn in welcher der Mond zu Berlin der Sonne vorbey zu gehen scheint, nemlich GM ziehen, welche also gänzlich unterhalb der Sonnenbahn liegt. Auf dieser sind nicht nur gewöhnlich die Stunden ungleich, sondern sie ist auch selbst keine gerade Linie, und beydes ergiebt sich schon aus der Figur. Ist nun der scheinbare Mittelpunct des Mondes in a

 so

so fängt sein Rand an die Sonne bey r fast unterhalb zu berühren und macht den Anfang der Sonnenfinsterniß zu Berlin um 4 Uhr 46′. In m ist die nächste scheinbare ☌ um 5 Uhr 31′ und zugleich die größte Verfinsterung am untern Theil der Sonne ostwärts welche $4\frac{2}{3}$ Zoll vom Sonnendurchmeßer austrägt. Gelangt endlich der Mittelpunct nach b so verläßt der westliche Rand des Mondes den östlichen Sonnenrand bey t um 6 Uhr 14′ womit sich die Finsterniß endigt, nachdem ihre Dauer zu Berlin 1 St. 28 Min. gewesen. Um noch den aus der Höhenparallaxe des Mondes entstehenden Unterschied seines wahren und scheinbaren Ortes nach Länge und Breite rc. aus der Figur zu erkennen will ich den Punct b für den Austritt wählen. In b wird der Mond wenn er zu Berlin die Sonne verläßt gesehen, dies ist folglich sein scheinbarer Ort, in d wird er zu gleicher Zeit in seiner wahren Bahn aus dem Mittelpunct der Erde beobachtet stehen, cE ist alsdann seine wahre Entfernung von der Sonne in der Länge, Ed seine wahre Breite Nordlich; ce hingegen sein scheinbarer Abstand von der Sonne und eb seine scheinbare Breite Südlich. Folglich verursacht hier die Höhenparallaxe db eine Parallaxe in der Länge = eE und in der Breite = Ed + eb deren Anzahl Minuten sich auf den Maaßstab K ausmeßen laßen. Die wahre ☌ geht hiernach der scheinbaren vor welches allemal am westlichen Himmel, so wie am östlichen das Gegentheil, statt findet.

§. 565.

§. 565. Die Sonnenfinsterniße können gleichfalls und noch sicherer wie die Mondfinsterniße zur Erfindung der geographischen Länge oder des Meridian Unterschiedes zweyer Oerter dienen, weil bey jenen der Erdschatten nicht scharf genug begränzt wird um die Zeit der Berührung der Flecken und Ränder des Mondes von derselben sehr genau beobachten zu können (§. 543), und sich auch hiebey durch Fernröhre von verschiedenen Vergrößerungen merkliche Unterschiede zeigen. Diese Schwierigkeit fällt bey den Sonnenfinsternißen weg, nur erfordern diese alsdann noch ziemlich weitläuftige Berechnungen wegen der Wirkung der Mondparallaxe um nemlich die an beyden Oertern beobachtete scheinbare Berührung der Sonnen- und Mondränder rc. auf eine aus dem Mittelpunct der Erde gesehene, folglich wahre zu reduciren, denn hieraus läßt sich erst auf dem Unterschiede der Meridiane schließen. Die Sonnenfinsterniße fallen häufiger als die Mondfinsterniße ein, sind aber für einzelne Oerter seltener als die letztern weil der Mondschatten auch wenn er mitten auf der Erdfläche trift, doch nur einen Theil derselben bedecken kann. Der wahre Schatten des Mondes kommt nicht in allen Sonnenfinsternißen bis zur Erde herab (§. 545.) und wenn auch dies geschieht, so kann seine Breite aufs höchste einige 30 Meilen austragen, daher sind totale und noch mehr centrale Sonnenfinsterniße für einen und demselben Beobachtungsort sehr seltene Himmelsbegebenheiten. Genaue ringförmige, welche folglich auch zugleich centrale Sonnenfinsterniße sind,

 an

an einen gewißen Ort zu sehen, ist fast noch seltener weil dabey dieser Ort gerade vom Mittelpunct des Halbschattens getroffen werden muß. Im gegenwärtigen Jahrhundert sind die Sonnenfinsterniße von 1706, 1724, 1748 und 1763 in unsern Gegenden von Europa die größten gewesen, doch hat sich keine zu Berlin central gezeigt. Du Vaucel hat berechnet, daß von jetzt bis zum Jahr 1900. 59 Sonnenfinsterniße zu Paris sichtbar seyn werden unter welchen aber nicht eine einzige total und nur eine, nemlich die am 9 October 1847 daselbst ringförmig erscheinen wird. Sehr merkwürdig sind unterdeßen die Erscheinungen in der Natur bey einer totalen Sonnenfinsterniß, der Tag verwandelt sich in die dunkelste Nacht; die Sterne und besonders die Planeten kommen bey heiterer Luft zum Vorschein, die Vögel fallen aus der Luft rc. wovon uns schon die alten Geschichtschreiber viele Erzählungen aufbehalten haben. Von dem Wege des wahren und Halbschattens des Mondes über die Erdoberfläche nach den Jahreszeiten ist noch folgendes zu merken: Um die Zeit der Sommer- und Wintersonnenwende geht die Richtung deßelben mit dem Aequator fast parallel, doch so daß er sich von Abend gegen Morgen etwas nordwärts wendet, wenn der Mond bey ☊ und südwärts wenn er bey ☋ ist. Zur Zeit der Frühlings Nachtgleiche läuft der Schatten schräge von Südwest nach Nordost und der Winkel mit dem Aequator oder deßen Parallelen ist am stärksten wenn der Mond bey ☊ ist; um die Zeit der Herbstnachtgleiche geht die Richtung

im

im Gegentheil von Nordwest nach Südost und dies am merklichsten wenn der Mond bey ☊ steht. Der Weg des Schattens ist übrigens kein Bogen eines größten Kreises, sondern hat allemal eine besondere Krümmung gegen den Pol der Erde auf deßen Seite er fällt, und wird schlangenförmig wenn er durch den Aequator geht.

§. 566. Ueberhaupt ist von den Finsternißen noch folgendes allgemein zu merken. Ihre Berechnung sowol der vergangenen als zukünftigen wird wie schon oben erwehnet nach den Sonnen und Mondtafeln angestellt und ist mehr mühsam als schwer, wie wol auch der seel. Prof. Lambert diese Art Rechnungen in seiner allgemeinen ecliptischen Tafel und in dem zweiten Theil seiner Beiträge zum Gebrauch der Mathematik ungemein abgekürzt hat. Die Anzahl der Finsterniße in einem Jahr kann aufs höchste bis 7 gehen und alsdann treffen dieselben im Januar, Julii und December ein. Es müßen in einem jeden Jahr aufs wenigste zwey Sonnenfinsterniße einfallen, weil die Sonne allemal nach Verlauf von sechs Monaten in der Nachbarschaft der Mondknoten kömmt. Je größer die Sonnen- oder Erdfinsterniße in einem Jahre sind (aus dem Mittelpunct der Erde betrachtet) desto kleiner werden die Mondfinsterniße. Die Neumonde welche vor und nach einer totalen Mondfinsterniß vorfallen bringen gemeiniglich Sonnenfinsterniße mit. Wenn aber ein Neumond gerade im ☊ oder ☋ eintritt und folglich eine centrale Erdfinsterniß verursacht, so ist der zunächst vorhergehende Vollmond

noch zu weit vor dem Knoten und der nachher folgende schon dem Knoten zu weit vorbey um verfinstert zu werden und daher kann in einem Jahr worin zwey centrale Sonnenfinsterniße eintreffen, keine Mondfinsterniß kommen. Alles dieses zeigt die oben angeführte Lambertsche Tafel durch den Augenschein. Da die Mondknoten jährlich um 19° zurückgehen und die Neu- und Vollmonde im folgenden Jahr bey einen gleichen Knoten um 11 Tage früher anlangen (weil 12 Monden Monate nur 354 Tage ausmachen), so zeigen sich diejenigen Finsterniße welche in diesem Jahr ansehnlich gewesen sind im künftigen um 11 Tage eher, wiewol mit einer veränderlichen Größe, denn die in diesem Jahr gerade un ☊ oder ☋ fielen treffen im künftigen etwa 8° weiter ostwärts ein. Nach 18 Jahren und 11 Tagen sind 223 Neumonde, und da in dieser Zeit die Knoten fast ganz am Himmel herumkommen, so kehren auch in derselben die Finsterniße wieder oder erscheinen in einer gleichen Gegend des Thierkreises in eben der Ordnung. Ein gleiches geschieht mit immer mehr Genauigkeit nach Verlauf von 716, 3087, 6890, 9977 2c. Neumonde. In meiner Anleitnng 2c. habe ich von Seite 453 bis 458 die von jetzt bis zu Ende dieses Jahrhunderts einfallende Sonnen- und Mondfinsterniße angemerkt. In dem Berliner Jahrbuche werden die Finsterniße eines jeden Jahres vollständig beschrieben.

Von

Von den Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond.

§. 567.

Da der Mond der Erde am nächsten steht, so kann er auch außer der Sonne alle Planeten und Fixsterne bey welchen er uns in einem jeden Monat im Thierkreise hindurch zu gehen scheint, bedecken oder sich zwischen denselben und unsern Augen stellen. Diese Himmelsbegebenheiten sind wegen der Parallaxe des Mondes nicht überall, sondern auch nur da auf der Erde sichtbar wo Linien aus den Stern durch den Mond ihre Oberfläche treffen. Es sey in Fig. 122. T der Mittelpunct der Erde und HoE die einen nach S hinaus stehenden Stern zugewendete halbe Erdfläche. Kommt nun der Mond C zur Zeit der ☌ mit diesen Stern genau in der Linie TocS, so wird er für den Punct T oder o den Stern S central bedecken; aus H aber sein Mittelpunct nach R und aus E nach Q folglich um den Winkel der Parallaxe auf eine oder die andere Seite vom Stern entfernt gesehen. Der Fixstern hat wegen seiner fast unendlichen Entfernung von uns keine Parallaxe, für E und H daher gehen alle von der Oberfläche der Erde nach demselben gezogene Linien unter sich parallel, oder EhS, nS, TS, mS, HlS und andere werden ein und demselben Stern treffen. Es sey ab ein Theil der Bahn des Mondes so kann man sich vermittelst dergleichen Parallellinien den Stern in einem jeden Punct derselben von h bis l gedenken. Steht alsdann der Mond vor der ☌ aus dem Mittelpunct

der

der Erde T gesehen in a, so fängt sein östlicher Rand h für den Punct E der Erdfläche an den Stern S zu bedecken, kommt a in h so ist die Bedeckung in E central, und wenn der westliche Mondrand daselbst anlangt, so ist die Bedeckung für E vorbey. In c zur Zeit der nächsten ☌ sieht o den Mittelpunct des Mondes gerade vor den Stern, und die Bedeckung ist übrigens in einen Kreis um o auf der Erde sichtbar, der den Durchmesser des Mondes gleich ist. Wenn der östliche Rand des Mondes l berührt, so fängt die Bedeckung für H an; kommt der Mittelpunct des Mondes dahin, so ist die Bedeckung in H central und steht der Mond in b, so verläßt der westliche Rand des Mondes den Stern für H, und damit für die ganze Erde. Die Erde wälzt sich nach E o H herum; folglich sieht ein jeder Punct der in E und H kömmt den Stern aufoder untergehen, und über o steht er jedesmal im Zenith. Bedeckungen der Sterne vom Mond sind daher den westlichen Ländern früher als den östlichen sichtbar. Ihre Erscheinungen sind den Sonnenfinsternissen ganz ähnlich.

§. 568. Wenn der Mond einen Fixstern oder Planeten, mit dem er in ☌ eine gleiche Länge erhält, bedecken soll, so muß der Unterschied seiner Breite, und der Breite des Sterns der Summe der Horizontalparallaxe und Halbmesser des Mondes nicht übersteigen, wie die 122. Fig. zeigt. Gedenkt man sich c h senkrecht über T c S nach Norden und c l eben so unter T c S nach Süden, so wird, wenn die Breite des Mondes in ☌ $ca = cb$

gleich

gleich ist, die Berührung des Sterns an den Mondrändern von den beyden äußersten nordlichen und südlichen Puncten der Erdfläche gesehen, c h = c l aber ist der horizontalen Parallaxe des Mondes oder den Winkel T h E = T l H gleich, wozu noch der Halbmesser des Mondes h a = l b kömmt. Nun kann die Horizontalparallaxe des Mondes im Perigäo auf $61\frac{1}{2}$ Min. und sein Halbmesser auf $16\frac{3}{4}$ Min. gehen; im Apogäo aber wird jene 54 und dieser $14\frac{3}{4}$ Min. austragen. Daher muß im Perigäo der Mond nicht über $78\frac{1}{4}$ Min., oder $1° 18\frac{1}{4}'$, und im Apogäo nicht über $68\frac{3}{4}$ Min. = $1° 8\frac{3}{4}'$ von einem Stern in der Breite Nord= oder Südwärts entfernt bleiben, wenn die Bedeckung auf der Erde möglich werden soll. Gesetzt, ein Stern habe eine nordliche Breite von $2° 16'$, so sind in der Erdnähe des Mondes zwischen $3° 34\frac{1}{4}'$ und $57\frac{3}{4}'$, hingegen in der Erdferne zwischen $3° 24\frac{3}{4}'$ und $1° 7\frac{1}{4}'$ nordlicher Mondsbreite die Gränzen für die mögliche Bedeckung eingeschlossen. Die Bedeckung dieses Sterns wird auf dem nordlichen Theil der Erde sichtbar seyn, wenn die Breite des Mondes der Breite des Sterns übertrift, und auf dem südlichen wenn das Gegentheil statt findet.

§. 569. Die größte Breite des Mondes kann bis auf $5° 18'$ gehen, werden hiezu obige $1° 18\frac{1}{4}'$ addirt, so kommen $6° 36\frac{1}{4}'$ und dies ist die größte Breite die ein Stern haben kann, um bey dieser größten Mondsbreite, da wo der Mond im Horizont gesehen wird, noch vom Mondrand getroffen zu werden, demnach liegen alle Sterne, die der

Mond im Thierkreise irgendwo von der Erde aus betrachtet bedecken kann, zu beyden Seiten der Ecliptik bis in einem Abstande von 6° 36$\frac{1}{4}$′ folglich in einen Streifen dessen Breite 13° 12$\frac{1}{2}$′ austrägt. Wenn man die Sterne sechster Größe nicht rechnet, so kommen in den Sternenverzeichnissen des Thierkreises 180 Sterne vor, deren Breite 6° 36$\frac{1}{4}$′ nicht übersteigt. Rechnet man beyläufig so können von dieser Summe bey einen jeden monatlichen Umlauf des Mondes etwa 36 bedeckt werden, weil der Mond jedesmal von der ganzen Erdfläche betrachtet, einen Streifen von 2° 36′, (die Horizontalparallaxe und den Halbmesser des Mondes doppelt genommen S. Fig. 122.) oder den 5ten Theil von dem obigen, am Himmel einzunehmen scheint. Für einen einzelnen Ort aber muß statt 2° 36′ nur der Durchmesser des Mondes = 33$\frac{1}{2}$ Minuten genommen werden, und so finden sich nur 7 bis 8 Sterne, die in Zeit von einem Monat bedeckt erscheinen können. Nimmt man noch hinzu, daß die Bedeckungen der Sterne vierter und fünfter Größe vom Mond nicht anders sichtbar sind, als wenn der Mond zur Zeit der ☌ mit denselben wenig Licht hat, so ergiebt sich, daß diese Himmelsbegebenheiten wirklich nicht so häufig vorfallen, als man anfangs glauben möchte.

§. 570. Behielte die Mondbahn eine unveränderliche Lage im Thierkreise, so würden allemal die nemlichen Sterne des Thierkreises und zwar keine andere, als die auf einer jeden Seite derselben weniger als 1° 18′ entfernt lägen, bey einem jeden Umlauf eine Bedeckung leiden. In der Gegend der

Knoten

Knoten wären also 1° 18′ die Gränzen der größten Breite, welche 90° vom ☊ oder ☋, da wo die Mondbahn 5° 18′ von der Ecliptik liegt, bis zu 6° 36′ gehen könnten, und so würden sich die Bedeckungen der Fixsterne vom Mond noch seltener, als obiger beyläufiger Ueberschlag angiebt, einstellen. Da aber die Mondknoten, und folglich auch die Puncte der größten Mondsbreiten in 19 Jahren rückwärts, oder von Morgen gegen Abend, jene in dem ganzen Kreis der Ecliptik, und diese in dem nordlichen und südlichen Parallelkreise derselben von 6° 36′ herum kommen, so ist die Stellung der Mondbahn in dieser Zwischenzeit periodisch veränderlich, und es können inzwischen alle Sterne des Thierkreises bis zu 6° 36′ Breite nach und nach vom Monde getroffen werden. Die Breite des Mondes ist daher in ☌ mit einem Stern nicht immer gleich groß. Der Mond kann z. B. in diesem Jahr mit einen gewißen Stern deßen Breite $5\frac{1}{2}$° Südlich ist nahe zusammen kommen, wenn er nemlich bey demselben seine größte südliche Breite erhält. Nach $9\frac{1}{2}$ Jahren aber erreicht der Mond in der Gegend dieses Sterns seine größte nordliche Breite und wird daher demselben um 11 Grad Nordwärts vorbey gehen. Demnach giebt es nur gewiße Jahre in welchen die Bedeckung dieses oder jenen Fixsterns möglich ist, und es kommt dabey blos auf eine Entfernung des Mondes oder des Sterns vom ☊ oder ☋ an in welcher er in ☌ mit dem Stern die gehörige Breite erhält, nun verändert sich aber aus leicht begreiflichen Gründen die Breite des Mondes nach

einigen

einigen Jahren in der Gegend der Knoten viel merklicher als in der Gegend der größten nordlichen oder südlichen Breite, und folglich sind die Gränzen der Möglichkeit einer Bedeckung sehr ungleich. Bey Sternen deren Breite um die Summe der Parallaxe und Halbmeßer ☾ kleiner ist als die größte Breite des Mondes, können die Knoten um 4 Zeichen zurück gehen und die Bedeckung bleibt für irgend einen Punct der Erdfläche noch immer möglich, worüber 6 Jahre hingehen; bey solchen hingegen deren Breite jener Summe von 6° 36′ nahe kömmt oder auch 0 ist, sind diese Gränzen viel enger, weil im ersten Fall nur die Möglichkeit einer Bedeckung da ist wenn der Mond in ☌ gerade seine größte Breite erhält, und im zweiten die Knoten nicht über 30° zurückgehen müßen damit die Bedeckung vor und nach den einen oder andern erfolgen könne, welches hiebey 19 Monate nach einander sich zutragen kann.

§. 571. Nach diesen Bemerkungen laßen sich für einen jeden Stern die Oerter des ☊ finden zwischen welchen eine Bedeckung deßelben für einen oder den andern Punct der ganzen Erdfläche möglich ist, wie wol bey dieser Rechnung wegen der etwas veränderlichen Breite des Mondes in gleichen Abständen vom Knoten die von seiner Stellung gegen die Sonne, Bewegung und ungleichen Entfernung von der Erde ꝛc. herrührt, nur die mittlere horizontale Parallaxe und Halbmeßer = 1° 14′ zum Grunde gelegt wird und daher noch einige Unzuverläßigkeiten zurückläßt. Folgende Tafel zeigt hiernach für einige der vornemsten Sterne, was der ☊ und folg=

folglich auch ☋ im gegenwärtigen Jahrhundert für eine Länge bey ihrer Bedeckung haben muß.

Namen und Größe der Sterne.	Länge.	Breite.	Zurückgehende Bewegung des ☊ von	bis
η ♉ Alcyone im Siebengest. 3	27° ♉	4° N.	23° ♈	1° ♑
α ♉ Aldebaran 1	7 ♊	$5\frac{1}{2}$ S.	9 ♎	5 ♌
β ♉ am nordl. Horn 2	19 ♊	$5\frac{1}{3}$ N.	25 ♈	15 ♒
μ ♊ an den Füßen 3	2 ♋	1 S.	{ 6 ♑	7 ♐
			27 ♋	28 ♊
δ ♊ a. d. Hand 3	15 ♋	$0\frac{1}{5}$ S.	{ 28 ♑	29 ♐
			3 ♌	4 ♋
η ♌ am Halse 3	25 ♌	5 N	9 ♋	11 ♈
α ♌ Regulus 1	27 ♌	$0\frac{1}{2}$ N.	{ 17 ♓	18 ♒
			6 ♍	7 ♌
β ♍ am südl. Flügel 3	24 ♍	$0\frac{2}{3}$ N.	{ 0 ♎	1 ♍
			17 ♈	18 ♓
η ♍ eb. daselbst 3	2 ♎	$1\frac{1}{3}$ N.	{ 0 ♎	0 ♍
			4 ♉	4 ♈
α ♍ die Kornähre 1	21 ♎	2 S.	{ 2 ♐	0 ♏
			12 ♈	10 ♓
α ♎ an der südl. Schaale 2	12 ♏	$0\frac{1}{3}$ N.	{ 22 ♏	23 ♎
			1 ♊	2 ♉
β ♏ a. Munde 2	0 ♐	1 N.	{ 2 ♐	3 ♏
			27 ♊	28 ♉
α ♏ Antares 1	7 ♐	$4\frac{1}{2}$ S.	26 ♈	18 ♑
β ♑ am Horn 3	1 ♒	$4\frac{2}{3}$ N.	18 ♐	14 ♍
δ ♑ a. Schwanz 3	20 ♒	$2\frac{1}{2}$ S.	{ 10 ♈	6 ♓
			6 ♌	2 ♋

§. 572. Dies ist folgendermaassen zu beurtheilen, z. B. 1. für Aldebaran. Da die südliche Breite dieses Sterns der größten Mondsbreite übersteigt, so kann derselbe niemals für die südlichen Länder der Erde bedeckt werden, es findet aber dieses in den nordlichen statt, wenn der ☊ ☾ von 9° ♎ bis zu 5° ♌ oder der ☋ von 9° ♈ bis 5° ♒ rückwärts geht, und der Mond inzwischen in der Gegend dieses Sterns entweder seine größte südliche Breite erhält oder vor und nach derselben steht: 2. für Regulus. Bey diesen Stern fängt die Bedeckung zuerst an der Südseite der Erde an, wenn der ☊ ☾ 6° ♍ und die ☌ demnach 9° vor ☊ (da die Länge des Sterns 27° ♌ ist) geschiehet, und hört an der Nordseite auf, wenn der ☊ im 7° ♌ kömmt, oder der ☾ in ☌ um 20° von ☊ ostwärts steht. Nach sieben Jahren kommt der Mond 20° vor ☋ mit diesen Stern in ☌, wenn nemlich ☊ im 17° ♓ und folglich ☋ im 17° ♍ ist, und da fängt die Bedeckung in den nordlichen Ländern wieder an und hört in den südlichen auf, wenn der ☊ im 18° ♒ oder der ☋ im 18° ♌ anlangt, und daher der Mond mit dem Stern etwa 9° nach ☋ in ☌ kömmt. Für die Möglichkeit der Bedeckungen der Planeten vom Monde lassen sich aber nicht dergleichen allgemeine Regeln geben, nach welchen nur die Länge der Mondknoten bey der ☌ bekannt seyn darf, weil nicht allein die Planeten selbst fortrücken, sondern auch in gleichen Puncten des Thierkreises nicht allemal eine gleiche geocentrische Breite haben. Wäre unterdessen zur Zeit der ☌ des Mondes mit einem

Pla

Planeten beyder Breite oder des erstern Abstand von ☊ oder ☋ bekannt, so würde sich nach obigen Voraussetzungen leicht beurtheilen lassen, ob dabey eine Bedeckung auf irgend einem Punct der Erdfläche statt haben kann.

§. 573. Die allgemeinen Umstände der Bedeckung eines Fixsterns oder Planetens vom Monde für die ganze Erde, lassen sich auf eine ähnliche Art wie bey den Erdfinsternissen nach der 120 Fig. finden. Wenn für einen gewissen Meridian die wahre Zeit der ☌ des Mondes mit einem Fixstern oder Planeten, und der Unterschied ihrer Breite aus den astronomischen Tafeln berechnet worden, so sucht man (vorausgesetzt, daß bey dem Unterschied der Breite eine Bedeckung möglich wird) ferner für den Mond: dessen horizontale Parallaxe; Halbmesser; stündliche Bewegung; stündliche Veränderung der Breite; Für den Stern: Durchgangszeit durch den Meridian (aus dem Unterschiede seiner und der Sonne geraden Aufsteigung,) Abweichung; Winkel des Meridians mit den durch ihn gehenden Breitencircul. Man stellt sich hierauf nach Fig. 122 den Zuschauer in der Entfernung des Mondes von der Erde, und zwar in der Linie TS vor, die vom Mittelpunct der Erde nach dem Stern führt, so kann die Erdfläche nach einem angenommenen Maaßstabe mit der horizontalen Parallaxe des Mondes = EhT oder HlT als einen Halbmesser aus C Fig. 120 beschrieben werden; (bey Planeten die eine merkliche Parallaxe haben, wie etwa ♂, ♀ und ☿ in ihrer Erdnähe wird der Un-

 ter-

terschied ihrer und der Mondparallaxe genommen) über C steht der Stern senkrecht, und ist wegen seiner grossen Entfernung (nach Fig 122) als auf einem jeden Punct dieser Fläche entworfen zu gedenken. Man beschreibe nach §. 556 die Mondbahn, und theile solche nach der stündlichen Bewegung des Mondes in Zeit ab (bey einem Planeten der sich in der ♂ merklich vor oder rückwärts bewegte müßte der Unterschied oder die Summe seiner und der Mond Bewegung gebraucht werden.) Dann wird der Meridian des Sterns unter seinen Winkel mit dem Breitenkreis gezogen und auf demselben die Culminationszeit des Sterns bemerkt. Die Lage des Aequators wird nach der nördlichen und südlichen Abweichung des Sterns unter oder über dem Mittepunct C bestimmt. Statt des Mondhalbschattens wird der Mond selbst verzeichnet (S. Fig. 122) und so läßt sich die Zeit des Anfanges und Endes der Bedeckung auf der Erde finden. Stellt man nachher eine Erdkugel auf den Grad der Abweichung des Sterns, so ergeben sich nach der Anweisung im §. 557 die Oerter an welchen die Bedeckung beym Aufgang des Sterns zuerst anfängt, um das Mittel derselben central erscheint und beym Untergang des Sterns aufhört, und damit lassen sich die Länder übersehen, in welchen die Bedeckung über dem Horizont sichtbar ist, wobey noch eine kleine Ueberlegung zeigt, wo und ob sich dieselbe durchaus bey Nacht oder auch zum Theil bey Tage zuträgt.

§. 574 Um hierauf für einen gewissen Ort den Ein- und Austritt des Sterns hintern Mond zu finden,

finden, kann eben der vorige Entwurf, statt einer Berechnung, die wegen der Parallaxe des Mondes sehr weitläuftig ist, dienen. Die Ellipse des Parallelkreises wird nach der bekannten Polhöhe des Ortes und der Abweichung des Sterns wie oben bey der Sonne §. 561 beschrieben und in Stunden eingetheilt, nachdem die Zeit der Culmination des Sterns auf dem Meridian bemerkt worden. Bey einer nordlichen Abweichung des Sterns oder der Sonne liegt wie in Fig. 120 der obere Theil der Ellipse, in welcher der Ort fortrückt jenseits, und der untere disseits auf der Kugel, folglich ist in jenem die Sonne oder der Stern unter und in diesem übern Horizont: bey südlicher Abweichung findet von beyden das Gegentheil statt. Es läßt sich alsdann ferner aus einem dergleichen Entwurf die Lage der wahren Mondbahn gegen den Meridian MCR, Parallelkreis DE des Sterns C und Verticalkreis des Orts um die Zeit der Bedeckung, ferner die Vertiefung des Mondes wegen seiner Höhen-Parallaxe von Stunde zu Stunde auf eben die Art wie §. 562 und 563 anweiset und Fig. 121 vorstellt und damit den scheinbaren Vorübergang des Mondes vor den Stern, folglich den Ein- und Austritt, die nächste scheinbare ☌ ꝛc. finden. Wird noch nach der Anmerkung §. 418 die Lichtgestalt des Mondes zur Zeit der ☌ gesucht, und in einem Entwurf wie Fig. 120 (den Mond für eine gewisse Stunde in seiner Bahn und die Lichtfigur senkrecht gegen den Parallelkreis der Ecliptik DE gesetzt) gehörig verzeichnet, so läßt sich solche in einer Zeich-

 nung

nung wie Fig 121 für den Horizont des vorgegebenen Orts übertragen, und so zeigt sichs ob und wo die Berührung des Sterns beym Ein- und Austritt am dunkeln oder hellen Mondrande geschieht. Sonsten wird gewöhnlich im zunehmenden Mond der Eintritt der Sterne hinter dem dunkeln, und der Austritt hinter dem hellen Mondrand; im abnehmenden aber das Gegentheil bemerkt.

§. 575. Die Beobachtungen der Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond können eben so wol wie die Sonnenfinsternisse zur Erfindung und Berichtigung der geographischen Länge dienen, wenn man dabey die Berechnungen unternimmt, welche die Mondparallaxe nothwendig macht, um den scheinbaren Ein- und Austritt auf den wahren zu reduciren, und haben noch den Vorzug, daß sie mehrmalen in einem Jahre vorfallen, und daher den Astronomen häufigere Gelegenheiten zur Verbesserung der Land- und Seecharten darbieten. Der Ein- und Austritt der Planeten, wie auch der Sterne erster und zweyter Größe ist, wenn der Mond wenig Licht hat, mit blossen Augen zu erkennen. Unterdessen werden dergleichen Beobachtungen überall mit Fernröhre angestellt. Je größer der Stern und je weniger der Mond erleuchtet ist, desto merkwürdiger ist die Erscheinung, und es zeigt sich besonders angenehm, wenn die Berührung am dunkeln Mondrande geschieht. Wenn der Mond über halb erleuchtet ist, so macht er durch seinen Schein einen nahe bey ihm stehenden kleinern Fixstern unkenntlich; und es hält schwer dessen Ein-

und Austritt auch durch Ferngläser genau zu bemerken. Die Stärke des Mondenlichts, die Beschaffenheit der Luft und der Fernröhre läßt übrigens keine allgemeine Regel zu, bis zu welcher Stufe der absteigenden Größe der Fixsterne ihre Bedeckung vom Monde noch zu erkennen ist. Die Planeten rücken wegen ihren scheinbaren Durchmesser nach und nach hinter dem Mond, und kommen auch eben so am gegen über stehenden Rande zum Vorschein; allein die Fixsterne, und selbst die von der erstern Größe brauchen hiezu wegen ihren ganz unmerklichen Durchmesser kaum eine Secunde Zeit. In den Berliner Ephemeriden werden die Erscheinungen vieler in einem jeden Jahr vorfallender Bedeckungen der Sterne vom Mond sehr vollständig im voraus angekündigt.

Nahe Zusammenkünfte des Mondes mit Fixsternen und Planeten.

§. 576.

Centrale Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde sind nur in denen Ländern sichtbar, über welche alsdann die auf der Erdfläche projicirte Mondbahn geht. Zu beyden Seiten dieser Mondbahn (die sich allemal auf der Erdkugel gegen Norden oder Süden bogenähnlich hinzieht, nachdem sie vom Aequator nach der einen oder andern Gegend fällt) in einer Entfernung die dem Halbmesser des Mondes gleich ist, welcher unter-

dessen an den Seiten der Erdkugel hinaus sich immer mehr verlängert, wird noch die Bedeckung von längerer oder kürzerer Dauer bemerkt. Ausserhalb diesen Gränzen aber geht der Mond den Stern in einer größern oder geringern Weite Nord- oder Südwärts vorbey, und daher geschehen nahe Zusammenkünfte des Mondes mit Fixsternen oder Planeten für einem bestimmten Ort der Beobachtung häufiger als wirkliche Bedeckungen. Ihre Erscheinung (wenn die Möglichkeit derselben aus dem Unterschiede der Breite des Mondes und des Sterns sich ergiebt) die scheinbare Bahn in welcher der Mond den Stern vorbeygeht; die Zeit der nächsten scheinbaren ☌; die scheinbare Entfernung der Mittelpuncte ꝛc. wird, wenn die dazu nöthigen Stücke aus den astronomischen Tafeln berechnet worden, nach eben dergleichen Entwürfe wie Fig. 120 und 121 gefunden. Verzeichnet man noch die Mondkugel in ihrer gehörigen Lage für die Zeit der ☌ und die merkwürdigsten Mondflecken auf derselben nach ihrer Selenographischen Länge und Breite, so kann man um die Zeit der Annäherung des Mondes gegen den Stern, mit den dazu dienlichen Instrumenten verschiedene Abstände des letztern nicht allein vom hellen Mondrande, sondern auch von den bemerkten Mondflecken am Himmel ausmessen, und eben dieses wenn sich der Mond nach der ☌ wieder von dem Stern entfernt, vornehmen, wodurch sich Gelegenheit findet, das was die Zeichnung und wenn man sich derselben zu unterziehen für nöthig hält, die Rechnung angegeben mit dem

Him-

Himmel vergleichen zu können. Die Astronomen können demnach auch diese Himmelsbegebenheiten mit Nutzen beobachten. Seitdem man durch Mayers Bemühungen sich auf die Richtigkeit der Mondtafeln verlassen kann, sind Ausmessungen größerer scheinbarer Abstände bekannter Fixsterne vom Mond für eine gewisse Zeit, auf der See, zur Erfindung der Meereslänge gebraucht worden, wovon in der Schiffahrt das nähere vorkommt.

Nahe Zusammenkünfte und Bedeckungen der Planeten unter sich und mit Fixsternen.

§. 577.

Die Zusammenkunft zweyer Planeten an einem Ort des Himmels von der Erde aus betrachtet, setzt nur voraus, daß beyde eine gleiche geocentrische Länge haben, und dieses wird alle Jahr verschiedenemal zu beobachten seyn. Merkur läuft über 4 und Venus über 1½mal ihre Laufbahn durch, ehe die Erde einmal herum kommt, und legen oft mehr wie den ganzen Thierkreis in einem Jahr zurück. Sie können daher für uns beyde einigemal unter sich zusammenzukommen, und auch den obern Planeten inzwischen zu begegnen scheinen. Letztere werden aber nicht so oft bey einander gesehen, denn aus der Sonne betrachtet, ist die Zwischenzeit von einer Zusammenkunft des Jupiters mit dem Saturn zur andern 19 Jahr 311 Tage; des Mars mit dem Saturn 2 Jahr 3 Tage; Des Mars mit

dem Jupiter 2 Jahr 86 Tage und so auch in einer etwas kürzern oder längern Zeit von der Erde aus betrachtet. Nur in solchen Jahren, in welchen zwey obere Planeten, in der Gegend ihres Gegenscheins mit der Sonne, an einem Ort des Thierkreises erscheinen, können selbige in einigen Monaten mehrmalen zusammen kommen, indem bey dem Vor- und Rückwärtsgehen um diese Zeit, der nähere dem entferntern zuerst einholen, dann zu demselben zurückkommen und hierauf wieder beym Vorwärtsgehen vorbey rücken kann.

§. 578. Wie nahe aber bey einer Zusammenkunft zweyer Planeten der eine dem andern vorbeygeht; oder ob ferner gar eine Bedeckung des entferntern vom nähern statt findet, davon hängt das erstere von den größern oder geringern Unterschiede der geocentrischen Breite von beyden ab, und das letztere erfolgt wenn dieser Unterschied = 0 ist. Aus der Sonne betrachtet fällt der ☊ aller Planetenbahnen zwischen dem 16° ♉ und 21° ♋ (§. 384) und folglich der ☋ zwischen 16° ♏ und 21° ♑, so daß gerade die Knoten des ☿ und ♄ diese Gränzen einnehmen. Demnach haben zwey Planeten wenn sie uns zusammen zu stehen scheinen, die mehreste Zeit beyde gemeinschaftlich entweder eine Nordliche oder Südliche Breite, wodurch nähere Zusammenkünfte befördert werden. Dies trift bey ♂ ♃ und ♄ fast allemal zu; allein bey ☿ und ♀ ist die Bedingung nothwendig, wenn nemlich beyde zugleich diß- oder jenseits der Sonne stehen, wie sich dergleichen Bemerkungen in einem Entwurf vom Son-

nen-

nensystem leicht ergeben. Für eine wirkliche Bedeckung zweyer Planeten ist die Möglichkeit überhaupt sehr eingeschränkt. Denn hiezu wird erfordert daß beyde an einer gleichen Seite der Ecliptik erscheinen, auch die geocentrische Breite in ☌ genau gleich groß sey, und beyde folglich in einer und derselben Fläche gerade hinter einander stehen. Nimmt man noch hierzu, daß selbst die Zusammenkünfte der Planeten nicht sehr gewöhnlich sind, und daß die scheinbaren Durchmesser derselben immer nur sehr geringe und aufs höchste wie bey der Venus in ihrer Erdnähe auf 61 Sec. gehen, so ergiebt sich die grosse Seltenheit dieser eigentlichen Bedeckungen. Unterdessen bringen aber schon ältere Nachrichten von Kepler die Beobachtungen bey, daß Anno 1563 Jupiter den Saturn; Anno 1590 den 3ten October Venus den Mars; Anno 1591 den 9ten Jan. Mars den Jupiter; Anno 1599 den 8ten Jun. Venus den Merkur; Anno 1737 den 17ten May abermal Venus den Merkur bedeckt habe; wiewol die 4 ersten in Ermangelung der Fernröhre nur mit blossen Augen angestellt worden und deswegen vielleicht nicht nach aller Schärfe als richtig anzunehmen sind.

§. 579. Zusammenkünfte der Planeten mit Fixsternen geschehen häufiger als diese unter sich. Um einigermaaßen auf einer Himmelscharte zu finden, welchen Fixsternen des Thierkreises ein Planet nahe kommen kann, ist es hinlänglich einen richtigen Entwurf vom Sonnensystem vorzunehmen, aus welchem sich dieses nach der Lage der Knoten von

der

der Erde aus gesehen beyläufig ergiebt. Saturn hat in den Zeichen ♌ ♍ ♎ ♏ ♐ ♑ eine nordliche, hingegen in ♒ ♓ ♈ ♉ ♊ ♋ eine Südliche geocentrische Breite; welche in ☌ mit der Sonne auf $2\frac{1}{4}$° und in ☍ auf $2\frac{5}{6}$° gehen kann. Jupiter erscheint in ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ ♐ unter einer nordlichen, und in ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ ♊ unter einer südlichen Breite; in der ☍ kann selbige bis auf $1\frac{2}{3}$° und in der ☌ mit der Sonne auf $1\frac{1}{10}$° gehen. Mars läuft in ♊ ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ Nordlich über und im ♐ ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ Südlich unter der Ecliptik. Seine geocentrische Breite ist aufs höchste in der ☍ im ♌ $4\frac{1}{2}$°, und im ♒ gegen 7°; in der ☌ aber im ♌ $1\frac{1}{6}$° und im ♒ $1\frac{1}{12}$°. Venus hat, wenn sie einige Monate vor und nach ihrer obern ☌ mit der Sonne in ♊ ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ gesehen wird, eine Nordliche, und im ♐ ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ eine Südliche Breite. Einige Zeit vor und nach ihrer untern ☌ mit der Sonne aber in den erstern Zeichen gemeiniglich eine Südliche, und in den letztern eine Nordliche Breite. Merkur kommt wenig zu Gesicht. Wirkliche Bedeckungen der Fixsterne von den Planeten sind seltene Erscheinungen, weil diese wegen der geringen scheinbaren Durchmesser beyder Arten Himmelskörper erfordern, das der Unterschied ihrer geocentrischen Breite entweder völlig 0 sey, oder kaum einige Secunden betrage. Es werden aber doch unterdessen von Zeit zu Zeit dergleichen Bedeckungen beobachtet, und man findet davon schon in alten astronomischen Werken Meldung. So bedeckte Venus den 16ten Sept. 1574 und den 25ten Sept. 1598

den

den Regulus, den 19ten Dec. 1633 Jupiter einen Stern an den Füßen der Zwillinge; 1672 den 1ten Oct. Mars den Stern c (nach Doppelmayer) im Wasserguß des Wassermanns; den 7ten Jan. 1679 Saturn den Stern p am Südlichen Horn des Stiers ꝛc.

Von den Durchgängen des Merkurs und der Venus vor der Sonnenscheibe.

§. 580.

Wenn die beyden untern Planeten Merkur und Venus zur Zeit ihrer untern Zusammenkunft mit der Sonne zugleich in der Nachbarschaft ihrer Knoten kommen, und ihre geocentrische Breite dem Halbmesser der Sonne nicht übersteigt, so werden sie uns als schwarze runde Flecke vor der hellen Sonnenscheibe vom Morgen gegen Abend, weil beyde alsdann rückgängig sind, vorüber zu gehen scheinen. Merkur bedeckt etwa den 150sten und Venus den 30sten Theil von der Sonne, und es sind dies daher eine gewisse Art Sonnenfinsternisse, wobey nur der Halbschatten dieser Planeten auf die Erde fällt. Vor Erfindung der Ferngläser, und ehe die Astronomen an die Möglichkeit dieser Erscheinungen dachten, ist Merkur so wenig als Venus vor der Sonne beobachtet worden. Ein Durchgang des Merkurs stellt sich in einem Jahrhundert gur etwa 13mal ein. Venus aber zeigt sich noch viel seltener vor der Sonne, denn wenn in 8 Jahren

ren zwey Durchgänge nach einander erfolgt sind, so verfließen gemeiniglich 105 Jahre bis zu den nächstfolgenden. Diese Himmelsbegebenheiten sind sehr merkwürdig weil sie die beste Gelegenheit darbieten, die Theorie der Laufbahnen dieser beyden untern Planeten zu berichtigen, und vornemlich weil ein beobachteter Durchgang der Venus auf die genaueste Erfindung der Sonnenparallaxe, und damit zu richtigen Bestimmungen der Entfernung und Größe aller Planeten unserer Sonnenwelt führt, wovon schon oben im §. 469. u. f. das nöthigste angezeigt worden.

§. 581. Der aufsteigende Knoten des Merkurs fällt aus der Sonne betrachtet 16° ♉ und folglich der niedersteigende 16° ♏. Da wir nun die Sonne in der Nachbarschaft dieser Puncte, den 6ten May und 8ten November sehen, so ist nur um diese Zeit ein Durchgang des Merkurs möglich, und er geschieht wirklich, wenn Merkur alsdann zugleich in seiner untern ☌ mit der Sonne, und nicht über $3\frac{1}{2}$ Grad von seinem ☋ im May oder ☊ im November entfernt ist. Diese zwey Bedingungen treffen aber nur bey wenigen untern Zusammenkünften zu. Denn Merkur kommt zwar alle 116 Tage mit der Sonne in der untern ☌, allein dies geschieht die mehreste Zeit in ganz andern Puncten des Thierkreises, und er ist daher nicht allemal zugleich bey seinen Knoten. Die periodische Wiederkehr solcher Zusammenkünfte die nahe bey den Knoten geschehen und Durchgänge mitbringen, trift sich gemeiniglich erst nach 7 oder 13 Jahren bey

einem

einem oder dem andern Knoten. Aus diesen Gründen hat Merkur seit Anno 1631 bis jetzt nur 14 mal vor der Sonne erscheinen können, und zwar 11mal im November beym ☊ und 3mal im May beym ☋.

§. 582. Kepler kündigte zuerst Anno 1627 nach den von ihm selbst verfertigten Tafeln einen Durchgang des Merkurs für das Jahr 1631 an, welchen unter andern Gassendi zu Paris am 7ten November des Morgens wirklich beobachtete. Der 2te Durchgang erfolgte 1651 den 3ten Novemb. und wurde in Ostindien bemerkt. Der dritte am 3ten May 1661 von Hevel zu Danzig. Der 4te am 7ten Nov. 1677 von Halley auf der Insel St. Helena. Der 5te den 10ten Nov. 1690. Der 6ste am 3ten Nov. 1697. Der 7te am 9ten Nov. 1723. Der 8te am 11ten Nov. 1736 alle vier von verschiedenen Astronomen in Europa beobachtet. Der 9te am 2ten May 1740 in Neu-England. Der 10te am 5ten Nov. 1743. Der 11te am 6ten May 1753 beyde in Europa gesehen. Der 12te am 7ten Nov. 1756 in China und Ostindien. Der 13te am 9ten Nov. 1769. Der 14te und letzte am 2ten Nov. 1776, welche beyde in America sichtbar gewesen sind. In diesem Jahrhundert wird Merkur nach der Rechnung noch viermal vor der Sonnenscheibe vorübergehen. Der nächste Durchgang geschieht 1782 den 12ten Nov. Nachmittags beym ☊ nahe am Nordlichen Sonnenrande. Ferner 1786 den 4ten May früh Morgens beym ☋ am nordlichen Theil der Sonne. 1789 den 5ten

Nov.

Nov. Nachmittags beym ☊ am südlichen Theil, und 1799 den 7ten May um Mittage beym ☋ auch am südlichen Theil der Sonne. Die drey ersten werden nur zum Theil, der letzte aber von Anfang bis zu Ende in Europa sichtbar seyn.

§. 583. Der aufsteigende Knoten der Venus fällt von der Sonne aus betrachtet im 14° ♊ und der niedersteigende im 14° ♐. In dem erstern Punct erscheint uns die Sonne am 4ten Jun. und im letztern am 5ten December, oder umgekehrt, die Erde einem Zuschauer in der Sonne, nemlich am 5ten Dec. 14° ♊ und am 4ten Jun. 14° ♐. Demnach können sich nur um diese Zeit die Durchgänge der Venus einstellen, und zu ihrer Möglichkeit werden die Bedingungen erfordert, daß Venus in dieser Gegend in der untern Zusammenkunft mit der Sonne komme, und daß sie auch zugleich nicht viel über $1\frac{3}{4}$ Grad von ihrem nächsten Knoten entfernt sey. Beydes trift aber ungemein selten zu. Die Venus kommt zwar alle 584 Tage in der untern ☌ mit der Sonne, und vollendet in 8 Jahren weniger 2 Tagen genau 5mal diesen Synodischen Umlauf, denn $365\frac{1}{4}$ Tage $\times$ 8 $=$ 2922 Tage $- 2 = \frac{2920}{584} = 5$, so daß sie nach den letztern Zeitraum wieder mit der Erde an einem Ort des Himmels erscheint; allein sie ist nicht allemal zugleich in der Nachbarschaft ihrer Knoten. Gesetzt Venus komme in diesem Jahre mit der Sonne im Anfang des Junii gleich nach ☋ zusammen und gehe am Südlichen Theil der Sonnenscheibe vorüber, so wird sie nach dem eben gesagten über 8

Jahr

Jahr im Junii zwey Tage früher in der untern ☌ mit der Sonne und vor ☋ seyn und alsdann nach der Rechnung 19½ Min. nordlicher erscheinen, folglich sind hier zwey Durchgänge nach einander in 8 Jahren möglich (weil der Durchmeßer der Sonne über 31 Min. austrägt). Wenn dann nach 8 Jahren weniger zwey Tagen die Venus abermal in der Gegend des ☋ bey der Sonne kömmt, so wird sie noch 19½ Min. mehr nordlich stehen und also nordwärts außerhalb der Sonnenscheibe hingehen. Eben dies wird mit einer zunehmenden Entfernung alle 8 Jahr geschehen und gemeiniglich erst nach 235 Jahren wird wieder ein Vorübergang bey diesem Knoten möglich, obgleich inzwischen ein oder zwey bey den gegenüberstehenden oder aufsteigenden Knoten im December vorgefallen seyn können. Denn auch hiebey finden die vorigen Perioden mit einiger Veränderung statt. Denn wenn z. B. im gegenwärtigen Jahre im December ein Durchgang der Venus bald nach ihrem ☊ und also am nordlichen Theil der Sonne beobachtet worden, so würde sich ein solcher nach 8 Jahren um etwa 2 Tage früher abermal zeigen können, weil Venus alsdann vor ☊ und nach der Rechnung um 24 Min. südlicher steht. Allein in allen folgenden 8jährigen ☌ wird Venus der Sonne südwärts vorbey gehen, weil die Entfernung auf dieser Seite immer zunimmt bis endlich nach etwa 235 Jahren die Möglichkeit sich wieder einstellt die Venus auch beym ☊ im December abermal vor der Sonne zu sehen. Diese sehr seltene und höchst merkwürdige Himmelsbegeben-

 heit

heit ist daher seit 140 Jahren nur erst dreymal beobachtet worden.

§. 584. Kepler kündigte zuerst Ao. 1627 zwey Durchgänge der Venus in den Jahren 1631 und 1761 im voraus an, wie wol der erste wegen seiner noch unvollkommenen Tafeln nicht erfolgte, so viel auch Gaßendi vom 4 bis 8ten December sich darnach umsahe. Kepler starb kurz vorher (§. 480.) und konnte hiernach nicht selbst eine Verbeßerung seiner Tafeln vornehmen. Dahingegen aber erschien Venus 8 Jahr hernach wirklich vor der Sonnenscheibe und dieser Durchgang wurde sonst von keinen als von Horoccius in England erwartet, wozu ein glücklicher Zufall die Gelegenheit darbot. Nach einer Berechnung der ☌ der ♀ mit der ☉ im December aus den weit unvollkommenern Landsbergischen Tafeln fand dieser Astronom daß Venus am nordlichen Theil der Sonne vorbey gehen werde, dahingegen die Keplerschen Tafeln den Planeten südwärts etwas außerhalb der Sonne brachten. Horoccius wurde unterdeßen hierdurch veranlaßt am Tage der ☌ den 4ten Decemb. 1639 die Sonne fleißig zu beobachten, und er sahe zuerst nebst seinen Freund Crabtre den er davon Nachricht gegeben und der an einem andern Ort beobachtete, gegen den Untergang der Sonne die Venus während einer halben Stunde vor dem südlichen Theil der Sonnenscheibe, so daß die Keplerschen Tafeln beßer als die Landsbergischen mit dem Himmel übereinstimmten, und Venus vor ihrem ☊ unter einer südlichen Breite erschien. Der zweite von Kepler zuerst angekündigte

digte Durchgang ist im Jahr 1761 den 6ten Jun. des Morgens erfolgt und da die Astronomen lange im voraus durch Halley auf die wichtigen Vortheile welche eine dergleichen seltene Begebenheit der Sternkunde verspricht aufmerksam gemacht worden, so haben sie keine Mühe und Könige keine Kosten gespart um diese Gelegenheit bestens zu nutzen. Venus war damals ihrem ☋ um etwas vorbey und ging mit einer südlichen geocentrischen Breite von 10 Min. dem Mittelpunct der Sonne unterwärts vorbey. Der dritte Durchgang traf im Jahr 1769 am 3ten Jun. des Abends ein und wurde nicht weniger wie der von 1761 der Sternkunde vortheilhaft beobachtet. Hiebey war Venus noch vor ihrem ☋ und ging unter einer Breite von 10 Min. dem Mittelpunct der Sonne nordwärts vorbey. Beyde Durchgänge dauerten etwa 6 Stunden. Der nun zunächst folgende Durchgang ist erst Ao. 1874 den 9ten December früh Morgens zu erwarten, da Venus ihrem ☊ bereits vorbey gerückt und unter einer Breite von 13 Min. nur etwas am nordlichen Theil der Sonnenscheibe vorüber gehen wird.

§. 585. Die Berechnung eines Durchganges der Venus oder des Merkurs wird aus den Sonnen- und Planetentafeln vorgenommen wenn man den Tag da derselbe möglich ist vorläufig weiß. Man sucht die Zeit der wahren ☌ des Planeten mit der Sonne in der Ecliptik und seine geocentrische Breite, die Zeit des Mittels und die nächste ☌ der Mittelpuncte, den Ein- und Austritt, alles für den Mittelpunct der Erde, woraus sich nachher das was

die Parallaxe der Sonne und Venus an der Erscheinung, aus einen jeden Punct der Erdoberfläche betrachtet, verändert finden läßt. Die Verfahrungsart nach welcher ein Durchgang für den Mittelpunct der Erde, worauf ich mich hier nur einlaßen kann, gefunden wird, ist bey beyden Planeten einerley, und man legt am besten die heliocentrische Länge, Breite ꝛc. zum Grunde, weil diese leichter als die geocentrische zu berechnen ist. Ich will zum Beyspiel die Berechnung des letztern Durchganges der Venus vom 3ten Junii 1769 kürzlich vorstellen.

§. 586. Zuerst sucht man aus den Tafeln für einem beliebigen Meridian als etwa für den Pariser, am 2ten und 3ten Jun. zu Mittage die heliocentrische Länge der Erde und Venus, und berechnet aus dem 24stündlichen Unterschiede beyder Bewegungen welcher angiebt wie viel Venus in 24 St. geschwinder als die Erde fortrückt (sich relativ bewegt), die wahre Zeit wenn Venus und Erde aus der Sonne betrachtet an einem Ort gesehen werden, oder wenn Venus uns genau in der untern ☌ mit der Sonne erscheint. Ferner sucht man für diese Zeit die heliocentrische Breite der Venus und deren stündliche Veränderung, den Abstand der Erde und Venus von der Sonne, den Halbmeßer und stündliche Bewegung der Sonne. Für 1769 fand sich nun: Untere ☌ ♀ und ⊙ den 3ten Junii um 10 Uhr 9′ Ab. wahrer Zeit zu Paris. Dann: heliocentrische Breite der Venus 4′ 1″ nordlich abnehmend; stündliche Veränderung der heliocentrischen Breite 14″; Stündliche Bewegung der Venus in der Ecliptik

3′ 57″

3′ 57″; stündliche Bewegung der Sonne oder Erde 2′ 23″; Halbmeßer der Sonne 15′ 47″ demnach relative stündliche Bewegung der Venus in der Ecliptik 1′ 34″; Abstand der Venus von der Sonne 7262; der Erde 10151.

§. 587. Nun sey in Fig. 123. in S der Mittelpunct der Sonne, O der Mittelpunct der Erde; VZ ein Theil der Venusbahn, so kann man sich einen Kegel AOB gedenken deßen Grundfläche die Sonne und deßen Spitze O im Mittelpunct der Erde ist, und daß wenn Venus aus O vor der Sonne vorüber gehen soll dieses mittlerweile geschieht da dieselbe durch eine kreisförmige senkrecht auf der Axe dieses Kegels stehende Fläche geht, deren Durchschnitt ab ist und aus der Sonne unter den Winkel aSb erscheint. Kommt Venus in diesem Kegel in a, so wird sie anfangen den östlichen Rand der Sonne bey A zu berühren, in c mitten auf ihrem Wege in S seyn und bey ihren Austritt aus diesem Kegel in b wieder bey B den westlichen Rand der Sonne verlaßen, welches auch bereits Figur 100. zeigt. Der scheinbare Halbmeßer der Scheibe ab durch welche Venus während ihrem Vorübergang hingeht aus der Sonne betrachtet, oder der Winkel cSb wird, weil er nur einige Minuten austrägt, ohne merklichen Fehler eben so wie oben §. 476. gefunden nemlich: Sc : cO = SB : cb und daher im gegenwärtigen Beyspiel 7262 : 2889 = 15′ 47″ : 6′ 17″. Mit diesem Halbmeßer ist nach einem gewißen Maaßstab der Kreis Fig. 124 beschrieben, innerhalb welchen Venus so lange ihr Durch-

 gang

gang dauert aus der Sonne gesehen wird; a b ist ein Theil der Ecliptik, in a Morgen und in b Abend, und c d ein Breitenkreis auf welchem die ☌ der Venus mit der Sonne geschieht. Die heliocentrische Breite in ☌ 4′ 1″ wird nordwärts von c nach e getragen so ist Venus in der ☌ in e. Die Tangente der scheinbaren Neigung der Bahn der Venus mit der Ecliptik findet sich wenn man die stündliche Veränderung der Breite durch die stündliche relative Bewegung in der Ecliptik dividirt demnach $\frac{14''}{94''} =$ 0, 1489 = Tang. 8° 28′. Dieser Winkel fällt an der Westseite des Breitenkreises weil ♀ zu ihrem ☋ geht, und hiernach läßt sich die Sehne r e t als die relative Bahn der Venus, in Absicht der stillstehend betrachteten Erde, ziehen; in r wird der Mittelpunct der Venus zuerst in die Sonne treten, in m, wohin das Perpendicul c m hinfällt ist das Mittel des Durchganges und zugleich die nächste ☌ und in t tritt der Mittelpunct der Venus wieder aus der Sonne. Der Winkel m c e ist der Neigung der Venusbahn gleich.

§. 588 Der Unterschied zwischen der ☌ in der Ecliptik in e und nächsten ☌ in m = e m wird durch c e ⨯ Sin. m c e gefunden, demnach 241″ ⨯ Sin. 8° 28′ = 35″, 5; imgleichen die relative stündliche Bewegung in der Bahn, wenn man die relative stündliche Bewegung in der Ecliptik durch den Cos. der Neigung dividirt also $\frac{94''}{\text{Cos. } 8° \, 28'} =$ 95″

95″ = 1′ 35″. Um nun e m = 35″, 5 in Zeit zu verwandeln setze man 1′ 35″ : 60′ = 35″, 5 : 22′ und diese zur Zeit der ☌ in e 10 Uhr 9 Min. addirt giebt das Mittel in m um 10 Uhr 31 Min. der kürzeste Abstand c m findet sich durch c e × Cos. m ce oder 241″ × Cos. 8° 28′ = 238′ = 3′ 58″. Um die halbe Dauer des Durchganges m r = m t zu finden dient das eine oder das andere rechtwinklichte Dreyeck mcr oder mct. Es ist nemlich $cr^2 - cm^2 = mr^2$ und in Zahlen $377''^2 - 238''^2 = 85485$ hieraus die Quadratwurzel bringt m r = 292″. Um diese in Zeit zu verwandeln wird wie oben gesetzt 95″ : 60′ = 292″ : 184′ = 3 St. 4′. Diese halbe Dauer vom Mittel abgezogen und dazu addirt, giebt den Ein- und Austritt der Venus in r und t aus dem Mittelpunct der Sonne oder vor der Sonnenscheibe aus dem Mittelpunct der Erde betrachtet. Ersterer geschieht um 7 Uhr 27′ Abends den 3ten Jun. und letzterer um 1 Uhr 35′ Morgens den 4ten Jun., so daß der ganze Durchgang 6 St. 8′ dauert. Dies ist aber von dem Mittelpunct der Venus zu verstehen, und um die äußere Berührung der Venus und Sonnenränder beym Ein- und Austritt zu finden, müßte der scheinbare Halbmesser der Venus, den man in der Entfernung O c Fig. 123. 30″ setzt, auf die Entfernung S c reducirt und zur Seite c r Fig. 124. addirt werden, ehe man die halbe Dauer sucht. Man kann sich auch vorstellen, daß der Kreis Fig. 124. die Sonne sey, weil der Weg der Venus über denselben r t in seiner gehörigen Lage und Entfernung

nung von a b eben so verhältnißmäßig darauf vorkömmt, als wenn man die Sonne mit einem Halbmesser, der sich zu a c wie 6′ 17″ : 15′ 47″ verhält, besonders entwerfen und alles geocentrisch berechnen wollte. Nur wenn man die Erscheinung, so wie sie am Himmel vorgeht, abbilden will, kann man die Sonnenscheibe und den Weg der Venus über dieselbe aus der 124. Fig. umgewendet nehmen, wie die 125. Fig. vorstellt, so das Morgen zur linken und Abend zur rechten kömmt. Diese Figur zeigt auch noch, wie die relative Bahn der Venus r t außerhalb der Sonne gegen Abend verlängert mit der Ecliptik A B in ☋ oder dem niedersteigenden Knoten der Venus zusammenkömmt, und die Veranlassung zu dem Durchgang von 1769 gegeben, da nemlich Venus nur 1° 6′ vor ☋ mit der Sonne in der untern ☌ kam, und folglich ihre nördliche geocentrische Breite geringer war als der Halbmesser der Sonne. Ao. 1761, den 3ten Jun., kam Venus an der andern oder westlichen Seite dieses Knotens mit der Sonne zusammen, und ging daher vor dem südlichen Theil derselben vorüber.

§. 589. Wie nun ferner die Wirkung der Sonnen- und Venusparallaxe den Ein- und Austritt und die Dauer des Durchganges aus verschiedenen Gegenden der Erdoberfläche betrachtet, verändert, auch wie sich hieraus Gründe zur Erfindung der Größe dieser Parallaxe darbieten, habe ich bereits vom §. 469 — 472. meiner Absicht gemäß, indem ich nur ihre Möglichkeit zeigen wollte, vorgetragen. In Herrn Prof. Röhl Merkwürdigkeiten von den

Durch-

Durchgängen der Venus (Greifsw. 1768.) und in meiner Abhandlung nebst einer allgemeinen Charte vom Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe 1769 den 3ten Jun. (Hamb. 1769.) ist hierüber ein mehreres nachzusehen, Einige Astronomen haben bey den Durchgängen der Venus eine Atmosphäre in Gestalt eines Ringes, der das Sonnenlicht schwächte, und bey der Berührung des Sonnen- und Venusrandes wegen der Stralenbrechung eine Veränderung des erstern verursachte, um diesen Planeten gesehen; allein von einem Begleiter oder Mond der Venus hat keiner etwas wahrgenommen, so viele sich auch deswegen Mühe gegeben haben.



Eilfter Abschnitt.

Von den Kometen und Fixsternen; erweiterte Aussichten in das Reich der Schöpfung rc.

Von den Kometen.

§. 590.

Diese Himmelskörper erscheinen nur von Zeit zu Zeit und unerwartet. Sie haben gemeiniglich nur ein blasses Licht, sind in einem Nebel eingehüllt, und ziehen die mehreste Zeit einen lan-

gen neblichten Schweif nach sich, welcher ihren Namen veranlaßt hat. (S. Fig. 131.) Es sind aber auch zuweilen sehr glänzende Kometen mit hellen Schweifen erschienen. Sie unterscheiden sich sehr leicht von den Planeten und neuen Sternen durch eine Bewegung, die, ohne den Thierkreis zu befolgen, nach allen möglichen Richtungen am Himmel geschwinder oder langsamer nach und gegen die Ordnung der himmlischen Zeichen, länger oder kürzer, nach Verhältniß der Dauer ihrer Sichtbarkeit, und des inzwischen zurückgelegten Weges, beobachtet wird. Man sieht sie oft schon durch Fernröhre, ehe sie dem blossen Auge sichtbar werden, und im Gegentheil zeigen sie sich noch durch dieselben, wenn letzteres keine Spur von ihnen am Himmel mehr bemerkt. Die ungewöhnlichen Erscheinungen der Kometen, ihr nebliches trübes Ansehen, ihre oft sonderbaren Gestalten und vornemlich ihre Schweifen haben seit dem entferntesten Alterthum der Unwissenheit und dem Aberglauben vielfache Gelegenheit dargeboten, sich solche als bedeutende Zeichen, womit eine erzürnte Vorsehung der Erde Krieg, Pest und alles Unglück drohe, vorzustellen. Auch viele Astronomen hielten sie für blosse Lufterscheinungen, für Ausdünstungen der Sonne und Planeten ꝛc. Statt aller dergleichen unrichtigen Vorstellungen hat uns aber die neuere Sternkunde eines bessern belehret, daß nemlich die Kometen beständige und planetische Körper sind, die zu unserm Sonnensystem gehören, und daß sie sich in ordentlichen aber sehr langen elliptischen Bahnen, nach glei-

gleichen Gesetzen wie die Planeten, um die Sonne bewegen.

§. 591. Daß die Kometen um die Sonne laufen, zeigt sich deutlich aus ihrer Annäherung und Entfernung gegen und von derselben. Daß sie ihr Licht von der Sonne haben, folgt daraus, daß einige nach ihrem Stande gegen die Erde und Sonne nicht ganz erleuchtet erschienen, wiewol sich dies nicht bey allen wegen ihrer starken Atmosphäre beobachten läßt. Daß sie beständige Weltkörper sind, ist daraus erweislich, weil man schon die wirklich erfolgte Wiederkehr eines Kometen im voraus berechnet hat, und daß man noch von einigen ihre Rückkehr mit ziemlicher Gewißheit erwarten kann. Wir würden aber überhaupt in der Kometenlehre und vornemlich in der Kenntniß ihrer wahren Bahnen weiter seyn, wenn uns schon die Alten über ihren scheinbaren Lauf genauere Beobachtungen hinterlassen hätten, so aber begnügten sie sich größtentheils ihre erscheinende Gestalten, Schweifen rc. anzustaunen, hieraus nach astrologischen Gründen Prophezeyhungen zu wagen; und ihre Oerter und Bewegungen am Himmel nur beyläufig zu bemerken. Lubiniezki, Hevel, und andere haben uns Verzeichnisse von mehr als 400 der in den Geschichtsbüchern angemerkten Kometen, welche vom 23sten Jahrhundert vor, bis zur Mitte des 16ten Jahrhunderts nach Christi Geburt erschienen sind, mit allen Erdichtungen und Unglückshistorien geliefert,* worunter aber nur die Bahnen von 10 und noch dazu ziemlich unvollständig haben berechnet

werden

werden können, und dann zeigen diese Verzeichnisse augenscheinlich, daß die Alten oft Luftzeichen, Nordlichter, Feuerkugeln ꝛc. für Kometen angesehen haben. Seit der letztern Zeit sind, außer wenigen, alle erschienene Kometen, deren Anzahl sich auf einige 60 beläuft, berechnet worden. *

* Anmerk. Dieses Kometenverzeichniß kommt ins Kurze zusammengezogen im ersten Bande der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln von Seite 23 bis 34 vor.

§. 592. Man weiß gewiß, daß die Philosophen der pythagorischen Schule sich bereits sehr richtige Vorstellungen von den Kometen gemacht haben, auch hat uns Seneca merkwürdige Gedanken über diese Körper, die unserm Zeitalter angemessen zu seyn scheinen, hinterlassen, und desto mehr ist es sonderbar, wie sich noch lange nachher und bis zu Anfang dieses Jahrhunderts die ungegründetesten Erklärungen über die Natur derselben bey den berühmtesten Astronomen und Naturforschern erhalten haben. Aristoteles, Ptolemeus, Tycho, Kepler, Galiläi, Hevel, und andere sahen die Kometen für Ausdünstungen unserer Atmosphäre, oder der andern Planeten, für neu entstandene Weltkörper ꝛc. an. Tycho bemerkte zuerst, daß die Kometen ihre eigene Bahnen im Sonnensystem beschreiben, daß sie weiter wie der Mond von uns stehen, und folglich keine Lufterscheinungen seyn können, wiewol er die Gestalt dieser Bahnen verfehlte, über welche auch Kepler, Galiläi, der ältere Cassini und andere, unrichtige Hypothesen ausdachten. Hevel kam schon der Wahrheit etwas näher, indem er setzte, das

die

die Kometen, welche er für irrdische Theile aus andern Planeten hielte, aus denselben nach einem gegen die Sonne sich krümmenden parabolischen Bogen im Weltraum fortgeworfen würden. Dörfel, ein Geistlicher in Sachsen, entdeckte endlich zuerst, daß die Kometen, so lange sie uns sichtbar sind, parabolische Bahnen um die Sonne beschreiben, in deren Brennpunct die Sonne liegt. Diese Theorie wurde nachher von Neuton bewiesen und allgemein als richtig erkannt.

§. 593. Die wahre Bahn eines Kometen wird aus der beobachteten scheinbaren berechnet, wobey die Bewegung der Erde um die Sonne vorausgesetzt wird. Die scheinbare Bahn ist diejenige, welche ein Komet während seiner Sichtbarkeit am Himmel zu beschreiben scheint, selbige ist mehrentheils gebogen, wenn der Komet sich lange zeigt; ihre Lage aber ist an keine gewisse Gegend des Himmels gebunden, denn die Kometen können in allen Gestirnen sichtbar seyn, und der Thierkreis derselben: Antinous, Pegasus, Andromede, Stier, Orion, kleine Hund, Hydra, Centaur, Scorpion, Schütze, welchen Cassini ehemals annahm, findet nicht statt. (S. Doppelm. Himmelscharten 27. u. 28. Blatt) Dieser scheinbare oder geocentrische Lauf wird sehr ungleich und bey einem jeden Kometen verschiedentlich beobachtet, auch kann selbst ein und derselbe Komet bey seiner Wiederkehr ganz anders wie das erstemal am Himmel fortrücken und in andern Sternbildern erscheinen. Die Dauer der Sichtbarkeit der Kometen ist gewöhnlich nur einige Monate. Die

wahre

wahre Bahn eines Kometen hingegen ist diejenige, in welcher er wirklich seinen Umlauf um die Sonne vollführt, und die Lage derselben im Sonnensystem ist unveränderlich. Sie ist eine sehr lange Ellipse, die sich auch bey denen, welche am geschwindesten wiederkommen, von der Sonne bis weit über alle uns bekannte Planetenbahnen, und bey einigen vielleicht bis an das Gebiet des nächsten Fixsterns erstreckt, und in deren einen Brennpunct die Sonne liegt; doch aber immer weniger offen ist, je näher der Komet in seinem Perihelio der Sonne kömmt, oder je größer die Eccentricität seiner Bahn ist. Die Dauer des periodischen Umlaufs in derselben geht auf Jahrhunderte.

§. 594. In solchen ablangen Bahnen, wie Fig. 126. zwey derselben vorstellt, welche die Fläche der Ecliptik und aller Planetenbahnen unter allen möglichen Winkeln durchschneiden, kommen die Kometen aus unermessenen Weiten gegen die Sonne und in der Nachbarschaft der Erdbahn herab, und mittlerweile, da sie das der Sonne zunächst liegende Stück derselben durchlaufen, können sie uns sichtbar seyn, wenn sie gegen die Nachtseite der Erde stehen und Licht und Größe genug haben, bemerkt zu werden. Ihre Bewegung nimmt mit ihrer Annäherung gegen die Sonne zu; daher legen sie den Theil der Bahn, worin sie uns sichtbar seyn können, verhältnißmäßig gegen den übrigen größern, sehr geschwinde zurück, und ihre Erscheinung am Himmel kann nicht lange dauern. Eben so nimmt die Länge ihrer Schweife, welche allemal der Sonne

gerade

gerade gegen über sich erstrecken, zu, je näher sie gegen die Sonne anrücken. Es kommt aber auf die Stellung der Erde gegen die Sonne und einen Kometen an, um seinen Schweif der ganzen Länge nach, oder nur zum Theil, oder gar nicht zu sehen. Das erste geschieht, wenn Linien aus der Sonne und Erde an dem Kometen rechte Winkel machen, und hat der Komet selbst eine ansehnliche Größe, und ist zugleich der Erde nahe, so pflegt sich der Schweif über einen großen Theil des Himmels hinzuziehen. Man hat daher Kometen gesehen, deren Schweif 100 und mehrere Grade lang war. Das zweite findet statt, wenn jene Linien einen spitzen Winkel am Kometen machen; das dritte wenn der Komet in der Fläche der Ecliptik und der Sonne entgegen steht, wo er völlig rund und als ein in einem starken Nebel eingehüllter Planet erscheint. Dies läßt sich nach Fig. 126. deutlich machen.

§. 595. In dieser 126. Fig. habe ich ein Stück der parabolischen Bahn von zween vor einigen Jahren gesehener Kometen, in der aus Beobachtungen berechneten richtigen Lage im Sonnensystem, wobey die Bahnen von Merkur, Venus, Erde und Mars zu zeichnen hinlänglich waren, vorgestellt, und es werden sich die Erscheinungen dieser Kometen am Himmel aus ihrer und der Erde gemeinschaftlichen Fortrückung nach derselben am besten erklären lassen. Die länglichste Bahn von beyden gehört dem Komet, welcher im Herbst des Jahres 1769 sichtbar war. Er kam in seinem

Peri=

Perihelio innerhalb der Bahn des Merkurs und der Sonne achtmal näher als die Erde. In der andern lief der Komet fort, welcher sich am Ende des 1773sten und Anfang des 1774sten Jahres zeigte, dessen Sonnennähepunct viel weiter als bey dem vorigen von der Sonne und zwischen der Erd- und Marsbahn fiel. Beyde Bahnen neigen sich mit der Fläche der Ecliptik (des Papiers) unter starke Winkel. Diese Neigung ging bey dem von 1769 auf 41°, und bey dem von 1773 auf 61°. Sie sind also vorgestellt, als wenn sie auf die Fläche der Ecliptik umgelegt wären. Aus den bemerkten Oertern der Knoten ist zu schliessen, welchen Theil man sich über, und welchen man sich unter der Fläche des Papiers gedenken muß. Ich habe den Ort der Erde von 10 zu 10 Tage, und zugleich den Ort beyder Kometen in ihren Bahnen, für den ersten eines jeden Monat nach der Berechnung beyläufig verzeichnet, woraus sich ihre Erscheinungen folgendermaassen, der Erfahrung gemäß, ergeben.

§. 596. Der Komet von 1769 wurde im Anfang des Augusts vom Herrn Messier entdeckt, und ließ sich im August und September in den Stunden nach Mitternacht in den Zeichen ♉, ♊, ♋ sehen. Er lief mit einer südlichen zunehmenden Breite von Abend gegen Morgen durch den Stier, Orion, ꝛc. fort, und war also rechtgängig. Der Schweif erstreckte sich westwärts. Die Erde näherte sich sehr merklich den Kometen, und beyde kamen einander etwa um den 10ten September ziemlich nahe, woraus

aus folgte, daß der Komet um diese Zeit sich in seinem größten Ansehen gezeigt. Seine scheinbare Bewegung war am schnellsten, und der Schweif erschien auch am längsten (er war über 40° lang). Gegen Ende des Septembers wurde der Komet in der Morgenröthe unsichtbar und ging zur Sonne. Den 7ten October war er derselben nach der Rechnung am nächsten, oder in seinem Perihelio. So wie sich der Komet nachher wieder an der andern Seite von der Sonne entfernte, wurde er im November des Abends in Westen, allein wegen seiner großen Entfernung, nur sehr klein im Zeichen des ♐ und ♑ unter einer nordlichen Breite im Schlangenmann gesehen. Von seinen Schweif war, und zwar nunmehr linker Hand am Körper, wenig zu erkennen. Seine scheinbare Bewegung ging auch hier nach der Ordnung der himmlischen Zeichen, war aber nur geringe. Er verlohr sich endlich noch in diesem Monat aus dem Gesicht des Erdbewohners.

§. 597. Der Komet von 1773 wurde nur durch Fernröhre bemerkt, denn er blieb immer ziemlich weit von der Erde entfernt. Herr Messier entdeckte denselben am 11ten October, und ich fand ihn hieselbst zuerst am 12ten November nahe über den hellen Stern am Schwanz des Löwen. Der Komet war durch den November, December bis im Februar 1774 fast alle Nacht durch Fernröhre sichtbar, und ging zuletzt niemals unter, indem er mit einer stark zunehmenden nordlichen Breite gegen den Nordpol durch das Haupthaar der Berenice, Jagdhunde, großen Bären hinauf rückte. Seine

Bewegung in der Länge war daher nur geringe. Er war schon vor seiner ersten Entdeckung durch seine Sonnennähe gegangen, und nach der Rechnung am 12ten September. Die Ursache der viermonatlichen Sichtbarkeit dieses unscheinbaren Kometen ist nach der Figur daraus zu erklären, weil Erde und Komet inzwischen sich nach einer Gegend gemeinschaftlich bewegten, und der Komet von der Erde immer eingeholt wurde, auch jener sich vornemlich nur über die Fläche der Erdbahn erhob, und noch länger sich dem bewaffneten Auge gezeigt haben würde, wenn er bey seiner zunehmenden Entfernung von der Sonne nicht ein zu schwaches Licht erhalten hätte. Von einem Schweif waren bey diesen Kometen nur schwache Spuren zu bemerken. Im Jul. August und September konnte derselbe auch durch Fernröhre nicht entdeckt werden, weil seine Entfernung zu groß, und seine Bahn tief unter der Fläche der Erdbahn gegen Süden lag.

Anmerk. Auf dem 26sten Blatt der Doppelmayerschen Himmelscharten sind die wahren Bahnen von 38, von Ao. 1530 bis 1740 sichtbar gewesenen Kometen, so weit selbige nemlich in der Gegend der uns bekannten Planetenbahnen liegen, verzeichnet.

§. 598. Die Kometen bewegen sich wirklich in elliptischen Bahnen, und nicht in parabolischen, denn sonst würden sie niemals wieder zu unserer Sonne zurückkehren, und nach Fig. 127. gehen die als Parabeln gezeichnete Kometenbahnen, mit den zu nehmenden Abstand von der Sonne immer weiter aus einander. Unterdessen weil der zunächst

um

um die Sonne herum liegende Theil der elliptischen Bahn nur sehr klein im Verhältniß desjenigen ist, in welcher der Komet außerhalb dem Gesichtskreis der Erde fortläuft, und daher nicht merklich von der Gestalt einer Parabel abweicht, so nimmt man zur Erleichterung der Rechnung an, der Komet bewege sich wirklich, so weit wir dessen Lauf beobachten können, in eine parabolische Krümmung um die Sonne, als ihren Brennpunct, denn so läßt sich dieses Stück der Bahn blos aus der berechneten Entfernung des Kometen von der Sonne im Perihelio finden, wenn es aber, der Wahrheit gemäß, elliptisch verzeichnet werden sollte, müßte man auch den andern Brennpunct in der Gegend der Sonnenferne wissen, dieser bleibt unterdessen so lange unbekannt, als nicht die Wiederkehr des Kometen, und damit seine ganze Bahn richtig bestimmt worden, hiezu aber ist bis jetzt wenig Gelegenheit, weil nur erst die Wiederkehr eines einzigen Kometen bekannt ist, und außer dem nur von dreyen noch vermuthet wird.

Anmerk. Eine Parabel ist ein Kegelschnitt, und entsteht, wenn ein Kegel parallel mit einer Seite durchschnitten wird. In Fig. 127 sind LPH und MpN zwey Parabeln, deren gemeinschaftlicher Brennpunct in S; P ist der Scheitel der erstern und p der letztern. Gesetzt nun, es sey SP die Entfernung der Scheitel vom Brennpunct gegeben, und man soll hiernach eine Parabel zeichnen, so ziehe man an SP die Linie CD unter einen rechten Winkel, lege hierauf die eine Seite eines Winkelhakens an S, so daß die Ecke im rechten Winkel genau PC berühre, ziehe dann mit Bleystift Linien längst der andern Seite, und dies bey einer jeden geringen Verrückung der Ecke des Winkelhakens von P nach C, wobey aber doch die erstere

Seite immer genau beym Brennpunct S anliegen muß, so wird sich aus allen Durchschnitten dieser Linien der parabolische Bogen P H ergeben, welcher alsdann mit der Feder nachzuziehen ist, und eben so wird der gegenüber stehende Bogen P L gefunden. Beyde werden gegen H und L immer länger, je weiter man mit den Winkelhaken von P gegen C und D fortrückt. Wird statt C D aus einem unterhalb S liegenden Mittelpunct an P ein Kreisbogen gezogen, und an denselben ein Winkelhaken, wie vorher, herumgeführt, so bilden alle sich durchschneidende Linien eine Ellipse, deren Brennpunct S ist.

§. 599. Die Voraussetzung, daß alle Kometen in der Nähe unserer Sonne parabolische Bahnen beschreiben, die von sehr eccentrischen Ellipsen wenig unterschieden sind, verschafft den besondern Vortheil, daß man nach den Regeln der höhern Geometrie für eine besonders angenommene Entfernung des Sonnennähepuncts (Perihelium) die Geschwindigkeit berechnen kann, mit welcher der Komet, aus der Sonne betrachtet, vom Perihelio an einen Bogen von 90° zurücklegt, und alsdenn hiernach, blos durch eine leichte Reduction, die Geschwindigkeit aller übrigen Kometen, deren Perihelium näher oder entfernter ist, findet. Es sey nach Fig. 127. in S die Sonne, RPT die halbe Erdbahn; in P das Perihelium eines Kometen, folglich dessen Entfernung den Abstand der Erde von der Sonne gleich. Nun läßt sich beweisen, daß dieser Komet von P aus den parabolischen Bogen PQL oder PH in 109,6 Tagen durchläuft, welcher, aus der Sonne betrachtet, den Winkel PSL = PSH = 90° ist. Die Anomalie wird bey den Kometen vom Perihelio an gerechnet, demnach

nach heißt z. B. der Winkel an der Sonne PSQ zwischen welchen der parabolische Bogen PQ liegt die Anomalie des Kometen, und eben so PSV ꝛc. Man hat hierauf in einer allgemeinen Tafel berechnet, wie groß die Anomalie an einem jeden Tage, vor oder nach dem Perihelio sey, und gefunden, wie die Geschwindigkeit des vorausgesetzten Kometen, mit dem größern Abstande vom Perihelio abnimmt. Er durchläuft z. B. 45° seiner Anomalie $=$ PSQ bereits in 36; und $70^\circ =$ PSV in 67 Tagen. Dieser Komet ist von den Astronomen zum Maaßstab der Bestimmung der Geschwindigkeit derjenigen angenommen worden, die in andern Entfernungen von der Sonne im Perihelio kommen.

§. 600. Denn die Kometen befolgen in ihrer Bewegung ein bey den Planeten vorkommendes ähnliches Gesetz, nemlich: Die Quadrate der Zeiten, welche in verschiedenen Parabeln einer gleichen Anomalie zugehören, verhalten sich gegen einander, wie die Würfel der Entfernung der Sonnennähen. Setzt man nun den Abstand der Erde von der Sonne SP Fig. $127 = 10$, und das Perihelium eines Kometen in dieser Weite, welcher nach dem vorigen in 109,6 Tagen 90° der Anomalie zurücklegt, so wird ein Komet, dessen Perihelium $= 4 =$ Sp ist, in 27,7 Tagen den Bogen pM oder gleichfalls 90° seiner Anomalie $=$ pSM vollenden, den $10^3 : 4^3 = 109,6^2 : 27,7^2$, und eben so findet sich, daß die ähnlichen Bögen PQ; pZ in 36,0 und 9,1 Tagen beschrieben werden. So braucht ein Komet, um 90° der Anomalie, aus

der Sonne betrachtet, zu durchlaufen, wenn dessen Entfernung von der Sonne im Perihelio gleich

ist 1 —	3,5	Tage	7 —	64,2	Tage
— 2 —	9,8	—	8 —	78,4	—
— 3 —	18,0	—	9 —	93,6	—
— 4 —	27,7	—	10 —	109,6	—
— 5 —	38,8	—	11 —	126,3	—
— 6 —	50,9	—	12 —	144,1	—

Hieraus ergiebt sich, daß, obgleich die Bögen von 90° immer kleiner werden, je näher ein Komet zur Sonne im Perihelio kömmt, derselbe doch auch immer geschwinder einen gleich großen Bogen durchläuft, je mehr diese Annäherung zunimmt, dies erhellet auch aus folgenden. Ein Komet, der z. B. in seinem Perihelio bis auf $\frac{1}{10}$ der Erdentfernung der Sonne nahe kömmt, braucht 28, und ein anderer, dessen Entfernung im Perihelio $\frac{10}{10} = 1$ ist 44 Tage, um einen parabolischen Bogen zurück zu legen, dessen Sehne = Entf. ☉ von der ♁ ist. Ueberhaupt ist die Geschwindigkeit eines Kometen in P demnach in einer gleichen Entfernung, wie die Erde von der Sonne = $\frac{7}{5}$ von der Geschwindigkeit der Erde, daher ist der in einer Sekunde vom Kometen zurückgelegte Flächenraum seiner Bahn $\frac{7}{5}$ von dem Flächenraum, den die Erde in eben der Zeit beschreibt. Die Flächenräume sind aber in gleichen Zeiten einander gleich, (§. 483.) demnach wird sich das vorige Verhältniß derselben bey diesen Kometen und der Erde, in allen Entfernungen des erstern von der Sonne für einen gleichen Zeitraum erhalten, und dies liegt mit zum Grunde der Berech-

nung,

nung, daß ein solcher Komet 109,6 Tage braucht, um von P nach L zu laufen.

§. 601. Aus den bisher bemerkten erhellet, daß sich für ein jedes 10tel (der nach einem gewissen Maaßstab angenommenen Entfernung der Sonne von der Erde) des Abstandes der Sonnennähe eine Parabel verzeichnen, und in Tagen eintheilen läßt, welche Eintheilung und Zeichnung bis etwa über die Marsbahn fortgesetzt werden kann. Hätte man nun hiernach 15 Kometenbahnen, deren Perihelium von $\frac{1}{10}$ bis zu $\frac{15}{10}$ Entf. ☉ von ♁ geht, entworfen, so könnte man solche auf Pappe leimen und ausschneiden, und dann liesse sich die wahre Bahn eines sichtbaren Kometen auf folgende Art mechanisch, und demnach beyläufig finden, wenn man drey verschiedene Tage von einander entfernte geocentrische Beobachtungen der Länge und Breite desselben zum Grunde legte. Nach Fig. 128. welche auf den Kometen von 1769 gerichtet ist, aber zu diesem Zweck nach einem größern Maaßstab verzeichnet werden muß, sey die Sonne in S; ABC die Erdbahn, und deren Halbmesser = $\frac{10}{10}$ des obigen Maaßstabes, und die Erde zur Zeit der ersten Beobachtung in A am 15ten August, die Sonne erscheint nach AS im 22° ♌, der Komet im 10° ♉ demnach 102° westwärts von der Sonne, und man ziehe nun An mit AS unter diesen Winkel. Bey der zweyten Beobachtung war die Erde in B am 29sten August, die Sonne im 6° ♍, und der Komet im 29° ♉, folglich 97° = SBo westwärts von der Sonne. Bey der dritten Beob-

 achtung

achtung war die Erde in C am 16. September; die Sonne im 24° ♍ und der Komet im 21° ♌ = 33° = S C p Abstand von der Sonne gegen Abend. Die Breite des Kometen war in allen drey Beobachtungen südlich, und zwar in A 3°; in B $10\frac{1}{2}°$ und in C 23°, demnach ist zu schliessen, daß der Komet bey der ersten senkrecht unter einen Punct der Linie A n; bey der zweyten senkrecht unter einen niedrigern Punct der Linie B o, und bey der dritten senkrecht unter einen noch niedrigern Punct der Linie C p gestanden habe. Schneidet man sich alsdann drey rechtwinklichte Triangel von Pappe wie Fig. 129 zeigt, wo der rechte Winkel an n, o und p ist, und macht im ersten n A E = 3°; im zweyten o B F = $10\frac{1}{2}°$, und im dritten p C G = 23° oder den beobachteten Breiten gleich, und stellt einen jeden nach der Ordnung senkrecht unter die Linien A n; B o und C p Fig. 128, so muß der Komet in A nach der Richtung der Linie A E; in B nach B F, und in C nach C G, unter der Fläche der Erdbahn, gesehen worden seyn.

§. 602. Nun ist ferner hieraus zu schliessen, daß dieser Komet rechtgängig sey, und vom ☋ komme, weil seine südliche Breite zunimmt, daß er sich der Sonne nähere, und zu seinem Perihelio gehe, daß, weil er von der ersten bis dritten Beobachtung größer wurde und geschwinder fortlief, die Erde ihn inzwischen näher gekommen sey rc. Sucht man nun unter den verfertigten Kometenbahnen eine aus, welche an den Seiten A E; B F; C G der unter A n; B o; und C p befestigten Triangel ge-

gehalten, genau die beobachtete Zwischenzeit, nemlich zwischen A E und B F 14 und zwischen B F und C G 18 Tage angiebt, so ist dieses die wahre, welches hier bey der für $\frac{1}{10}$ der Entfern. ⊙ von ♄ entworfenen Bahn am nächsten zutreffen wird. Wenn man hiebey einigermaassen aus der Erscheinung des Kometen beurtheilt, ob man demselben in der ersten Beobachtung weiter als in der letztern setzen, und wie entfernt man sich etwa demselben vorstellen könne, (wenn er z. B. aus A betrachtet anfinge, sich mit blossen Augen zu zeigen, so würde man beyläufig die Weite nicht geringer, als der Abstand der ♄ von der Sonne schätzen müssen) so wird sich die Lage der Bahn des Kometen im Sonnensystem, der ☊, die Zeit und der Ort seines Periheliums ꝛc. und seine fernere Erscheinungen, so weit die Genauigkeit dieses mechanischen Versuchs gehen kann, ergeben. Zur Berechnung der wahren Bahn eines Kometen werden gleichfalls drey genaue Beobachtungen seines scheinbaren Orts am Himmel vorausgesetzt, diese Berechnung ist aber weitläuftig und schwer. Lambert hat im dritten Theil seiner Beyträge zum Gebrauch der Mathematik die Bahn eines Kometen durch eine leichter zum Zweck führende Zeichnung zu finden gelehrt, auch folgende leichte Regel entdeckt, um aus der Gestalt, der auf einer Himmelskugel oder Charte gezeichneten scheinbaren Kometenbahn, die gewöhnlich einen von einem größten Kreise abweichenden Bogen macht, zu erkennen, ob und in welchen Puncten der Komet der Sonne näher oder von derselben entfernter gewesen

sey als die Erde. Man ziehe durch zwey beliebige Puncte der scheinbaren Bahn einen größten Circul, wenn alsdenn die Bahn von diesen Circul gegen den gleichzeitigen Ort der Sonne abweicht, so ist der Komet weiter als die Erde von der Sonne; im Gegentheil aber der Sonne näher, wenn die Abweichung der Bahn gegen die von der Sonne weggekehrte Seite fällt.

§. 603. Halley unternahm zuerst die weitläuftige Arbeit aus gesammelten Beobachtungen die parabolische Bahnen von 24 Kometen zu berechnen, die von Ao. 1337 bis 1698 erschienen. Pingre, de la Caille, Struick, Maraldi, de la Lande und andere haben noch einige ältere und fast alle neuere Kometen hinzugefügt, so, daß wir nunmehro unter denen seit Ao. 837 sichtbar gewesenen Kometen 63 haben, deren Bahnen berechnet worden. Die Hauptangaben einer Kometenbahn, welche die Lage, Gestalt und Größe derselben bestimmen, sind: Die Zeit und der Ort der Sonnennähe; Ort des ☊; ob der Komet rück- oder vorwärts gegangen, alles aus der Sonne betrachtet: die Entfernung des Sonnennähepuncts von der Sonne; die Neigung der Bahn gegen die Fläche der Ecliptik; nach welchen Angaben ein Komet von dem andern zu unterscheiden ist. Halley fand aber schon, daß unter den von ihm berechneten Kometen drey sich befanden, nemlich die von den Jahren 1531, 1607 und 1682, bey welchen die vorigen Bestimmungen nahe mit einander zusammentrafen, und daß die Dauer der Zwischenzeit ihrer Erscheinung 75 bis

76

76 Jahren sey, woraus er schloß, daß dies wol ein und derselbe Komet seyn könne, welcher zweymal seinen Umlauf vollendet habe, und leitete den sich dabey findenden Unterschied in der Dauer seiner Wiederkehr, vornemlich von der Wirkung der anziehenden Kraft des Jupiters her, welche seinen Lauf gestört. Auch in noch ältern Zeiten hatten sich nach 75 oder 76 Jahren, nemlich Ao. 1305, 1380 und 1456 Kometen gezeigt, welches sehr vermuthen ließ, daß dies eben der Komet von 1682 sey. Halley verkündigte demnach hieraus die Wiederkunft dieses Kometen auf das Jahr 1759. Diese bis dahin in ihrer Art einzige Vorhersagung, traf glücklich ein, und breitete über die Kometenlehre ein allgemeines Licht aus. Der Komet erschien freylich später, als er anfangs erwartet wurde, indem der letztere Umlauf desselben 500 Tage länger dauerte, als der von 1607 bis 1682; allein Clairaut und andere haben durch Rechnung sehr deutlich gezeigt, daß die Verspätigung blos der Anziehung des Jupiters und Saturns zuzuschreiben sey. Wir können, hiernach zu rechnen, diesen Kometen wieder um das Jahr 1834 erwarten. Noch sind zwey Kometen, die einen ähnlichen Lauf gehalten haben, und deren Umlaufszeiten als bekannt angesehen werden, nemlich den von 1532 und 1661, welchen man im Jahr 1789 oder 1790 wieder erwartet; imgleichen den von 1264 und 1556, welcher im Jahr 1848 wiederkommen wird. Newton und Halley bestimmen noch die Wiederkunft des größten von allen jemals gesehenen Kometen, der zuletzt

Ao. 1680 sichtbar war, und der Erde am nächsten kommt, auf das Jahr 2254.

§. 604. Der Komet von 1759, welcher nunmehr, so weit die Geschichte reicht, 7mal seinen 75- bis 76jährigen Umlauf vollendet hat, hat bey seiner letzten im voraus erwarteten Wiederkehr den Sternkundigen durch den Augenschein gelehrt, daß die Kometen sich zwar nach eben den Gesetzen wie die Planeten, aber in sehr langen elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen. Ich habe in der 130sten Figur die ganze Ellipse dieses Kometen A E P B A, in welcher er, nach der Ordnung dieser Buchstaben, folglich rückwärts läuft, in ihrer richtigen Gestalt und Größe, im Verhältniß der uns bekannten Planetenbahnen vorgestellt, (wiewol die für ☿ und ♀ fehlen). In den einen Brennpunct dieser Ellipse S liegt die Sonne, von welcher der Komet in seinem Perihelio in P um 0,58 des Halbmessers der Erdbahn = S P entfernt bleibt. In T ist der andere Brennpunct der Bahn, und in A das Aphelium. Aus der Sonne betrachtet liegt P im 3° ♒, und A im 3° ♌; ☊ ☋ sind die Knoten der Bahn, woraus sich die Lage derselben gegen die Fläche des Papiers oder der Ecliptik, auch daß uns der Komet größtentheils unter einer südlichen Breite erscheinen muß, erkennen läßt, ersterer geht nach 24° ♉ und letzterer nach 24° ♏. De la Lande setzt die periodische Umlaufszeit dieses Kometen auf 28070 Tage, wird hiermit die Umlaufszeit der Erde verglichen, und deren mittlern Abstand von der Sonne als 1 angenommen, so läßt sich nach Keplers Lehrsatz

§. 481

§. 481 die mittlere Entfernung dieses Kometen von der Sonne, oder die halbe große Axe seiner Ellipse CA = CP finden (§. 378.) nemlich $365,25^2 : 28070^2 = 1^3 : 18,07^3$ demnach ist CA = CP = 18,07 hiervon SP = TA = 0,58 abgezogen, läßt die Eccentricität CS = CT = 17,49 übrig, woraus sich nach §. 378. Anmerk. die halbe kleine Axe Cd = 4,54 ergiebt. Die Bahn dieses Kometen ist also viermal so lang als breit; der Komet kommt der Sonne im Perihelio 35mal näher, als im Aphelio, und entfernt sich im letztern Punct über $3\frac{1}{2}$mal weiter, als Saturn von der Sonne. Kometen, die der Sonne noch näher kommen als dieser, haben noch weit schmälere Bahnen, und laufen in der Gegend ihrer Sonnenferne noch viel weiter über die Saturnsbahn hinaus. Wenn man noch in der 130sten Figur die Linien mTE und nTB zieht, so zeigt sichs, wie schnell die Kometen in der Gegend ihrer Sonnennähe fortlaufen, denn da die Ausschnitte der elliptischen Flächen den Zeiten proportional sind, so werden nach §. 483. die Bögen EPB und mn in gleichen Zeiten zurückgelegt. Ich habe den Bogen der Anomalie PE = PB für 200 Tage vor und nach dem Perihelio berechnet; demnach braucht gegenwärtiger Komet bey seinem Perihelio, um den großen Bogen EPB zurück zu legen, 400 Tage; bey seinem Aphelio rückt er aber in eben der Zeit nur um mn fort. Hiebey sind übrigens eben dieselben Gesetze der Anziehung oder Schwere des Kometen gegen die Sonne, und seiner Anfangs erhaltenen Wurfbewe-

bewegung, wie oben §. 497. u. f. bey den Planeten anwendbar.

§. 605. Die folgende Tafel zeigt die vorhin erwähnten Hauptbestimmungen der Bahnen aller bisher berechneten Kometen, mit einer für Liebhaber der Sternkunde hinlänglichen Genauigkeit. Ich habe diejenigen Kometen, welche einigemal wiedergekommen, nur bey ihrer ersten Erscheinung gerechnet; bey den folgenden aber ihre Ordnung mit einer kleinern Ziffer bemerkt, und so kommen 63 Kometen in der Tafel vor. Die 6te Columne zeigt den Abstand des Kometen von der Sonne im Perihelio in solchen Theilen, deren die Entfernung der Erde von der Sonne 1000 hat, und die 7te in eben solchen Theilen nach der Rechnung des Herrn Prosperin, wie nahe ein jeder Komet der Erde kommen kann, wenn alle Umstände dazu am vortheilhaftesten zusammentreffen. Auf einen jeden Theil dieser beyden Columnen gehen 20000 Meilen. Die 8te Columne bemerkt noch durch den Buchstab v daß der Komet, aus der Sonne betrachtet, vorwärts laufe, und durch r daß er rückgängig sey. Der vornemlich bey den Kometen von 1759, 1682 ꝛc. sich findende Unterschied in der größten möglichen Annäherung desselben gegen die Erde ist der Wirkung der anziehenden Kraft der Planeten, denen er auf seiner 76jährigen Reise nahe gekommen zuzuschreiben. (§. 604.)

Ver-

Verzeichniß von 63 Kometen, deren Bahnen bisher berechnet worden.

Ordnung	Zeit der Sonnennähe.	☊	Neigung der Bahn	Sonnennähe	Kleinster Abstand von ☉	Kleinster Abstand von ♁	Lauf
	Jahr. Mt. Tag.				Abstand ☉ v. ♁=1000		
	Alten Calender						
1	837 März 1	27° ♎	11°	19° ♑	580	48	r.
2	1231 Jan. 30	13 ♈	6	15 ♌	948	54	v.
3	1264 Jul. 6	19 ♍	36	21 ♑	445	76	v.
4	1299 März 31	17 ♋	69	3 ♈	318	100	r.
5	1301 Oct. 22	15 ♈	72	15 ♑	450	83	r.
6	1337 Jun. 2	24 ♊	32	8 ♉	407	182	r.
7	1456 Jun. 8	18 ♉	18	1 ♒	585	43	r.
8	1472 März 1	12 ♑	5	16 ♉	543	45	r.
7	1531 Aug. 25	19 ♉	18	2 ♒	567	43	r.
9	1532 Oct. 20	20 ♊	33	21 ♋	509	424	v.
10	1533 Jun. 17	6 ♌	36	27 ♌	203	312	r.
3	1556 April 22	26 ♍	32	9 ♑	464	76	v.
11	1577 Oct. 27	26 ♈	75	9 ♌	183	347	r.
12	1580 Nov. 28	19 ♈	65	19 ♋	596	123	v.
13	1582 May 7	21 ♏	61	5 ♐	226	620	r.
	Neuen Calend.						
14	1585 Oct. 8	8 ♉	6	9 ♈	1093	103	v.
15	1590 Febr. 8	15 ♍	30	7 ♍	577	195	r.
16	1593 Jul. 19	14 ♍	88	26 ♍	89	216	v.
17	1596 Aug. 9	16 ♒	52	28 ♏	549	81	r.
7	1607 Oct. 26	20 ♉	17	2 ♒	588	43	r.
18	1618 Aug. 17	23 ♑	21	18 ♒	513	317	v.
19	1618 Nov. 8	16 ♊	38	2 ♈	380	71	v.
20	1652 Nov. 13	28 ♊	79	28 ♈	847	25	v.
9	1661 Jan. 27	22 ♊	33	26 ♋	448	424	v.
21	1664 Dec. 4	21 ♊	21	11 ♌	1026	170	r.
22	1665 April 24	18 ♏	76	12 ♊	106	217	r.
23	1672 März 1	27 ♑	83	17 ♋	697	50	v.
24	1677 May 6	27 ♏	79	18 ♌	280	235	r.
25	1678 Aug. 27	12 ♍	3	28 ♒	1238	228	v.
26	1680 Dec. 18	2 ♑	61	23 ♐	6	5	v.
7	1682 Sept. 14	21 ♉	18	3 ♒	583	49	r.
27	1683 Jul. 13	23 ♍	83	25 ♊	560	60	r.

Ordnung	Zeit der Sonnennähe. Jahr. Mt. Tag.	☊	Neigung der Bahn	Sonnennähe	Kleinster Abstand von ☉	Kleinster Abstand von ♁	Lauf
					Abstand ☉ v. ♁ = 1000		
28	1684 Jun. 8	28° ♐	66°	29° ♏	960	9	v.
29	1686 Sept. 17	21 ♓	31	17 ♊	325	158	v.
30	1689 Dec. 1	24 ♒	69	24 ♐	17	621	r.
31	1698 Oct. 19	28 ♐	12	1 ♑	691	181	r.
32	1699 Jan. 13	22 ♒	69	3 ♏	744	104	r.
33	1702 März 14	9 ♎	4	19 ♌	646	30	v.
34	1706 Jan. 30	13 ♈	55	12 ♊	426	281	v.
35	1707 Dec. 12	23 ♉	89	20 ♊	860	76	v.
36	1718 Jan. 15	9 ♌	30	1 ♌	1026	45	r.
37	1723 Sept. 28	14 ♈	50	13 ♉	999	62	r.
38	1729 Jun. 23	11 ♒	77	22 ♒	4070	3072	v.
39	1737 Jan. 30	16 ♏	18	26 ♒	223	127	v.
40	1739 Jun. 17	27 ♎	56	13 ♋	673	58	r.
41	1742 Febr. 4	5 ♎	67	8 ♏	765	163	r.
42	1743 Jan. 11	8 ♊	2	3 ♋	838	14	v.
43	1743 Sept. 21	5 ♈	46	7 ♐	520	229	r.
44	1744 März 1	16 ♉	47	17 ♎	222	339	v.
45	1747 März 3	27 ♌	79	7 ♑	2198	1446	r.
46	1748 April 29	23 ♏	85	5 ♏	841	150	r.
47	1748 Jun. 18	5 ♉	57	6 ♑	655	98	v.
48	1757 Oct. 21	4 ♏	13	2 ♌	339	67	v.
49	1758 Jun. 11	21 ♏	68	28 ♐	215	281	v.
7	1759 März 13	24 ♉	18	3 ♒	583	57	r.
50	1759 Nov. 27	20 ♌	79	23 ♉	798	353	v.
51	1759 Dec. 17	20 ♊	5	18 ♌	966	54	r.
52	1762 May 28	19 ♓	85	14 ♋	1010	343	v.
53	1763 Nov. 2	26 ♓	74	25 ♊	498	18	v.
54	1764 Febr. 12	19 ♋	54	16 ♈	564	34	r.
55	1766 Febr. 17	4 ♐	41	23 ♌	505	86	r.
56	1766 April 17	17 ♉	8	25 ♎	639	117	v.
57	1769 Oct. 7	25 ♍	41	24 ♌	123	113	v.
58	1770 Aug. 9	19 ♌	2	26 ♓	637	8	v.
59	1770 Nov. 23	19 ♋	31	28 ♎	528	59	r.
60	1771 April 19	28 ♈	11	13 ♋	902	120	v.
61	1772 Febr. 19	13 ♐	19	18 ♋	1018	103	v.
62	1773 Sept. 12	1 ♌	61	16 ♊	1134	313	v.
63	1774 Aug. 15	1 ♎	83	17 ♒	1429	596	v.

§. 606.

§. 606. Außerdem, daß sich aus voriger Tafel mit einem Blick die größte Annäherung eines jeden Kometen gegen die Sonne bey einem jeden Umlauf; die größte mögliche gegen die Erde, welche aber nur selten bey der Wiederkehr ein und desselben statt findet, und andere Umstände der wahren Laufbahn übersehen läßt, kann man auch aus derselben folgendes herausziehen. Es kommen die Bestimmungsstücke der Bahnen von 63 Kometen vor, davon liefen in ihrer Sonnennähe, (wenn man die mittlern Abstände der Planeten nach §. 381. zum Grunde legt): Zwischen der Sonne und dem Merkur hindurch 16

—	Merkur und Venus	—	25
—	Venus und Erde	— —	12
—	Erde und Mars	— —	8
—	Mars und Jupiter	— —	2

Und hieraus läßt sich schon schliessen, daß es eine große Menge dieser Weltkörper im Sonnengebiet geben müsse, und daß wir davon nur diejenigen größtentheils beobachten können, die sich bis innerhalb der Erdbahn zur Sonne herablassen. Von 63 liefen nur 8 jenseits der Erd- und 2 jenseits der Marsbahn zunächst um die Sonne herum, und nur die Ferngläser haben, bey zugleich sehr vortheilhaften Stellungen der Erde, diese letztern Kometen bey uns sichtbar gezeigt. Sollten nicht die mehresten Kometen hinterhalb der Mars- Jupiters- auch vielleicht noch der Saturnsbahn schon ihr Perihelium erreichen, und daher ihre Bahnen sich immer mehr den planetischen nähern, welches die dortigen grössern Räume zur Bewegung, und die ungeheuern

Abstände der nächsten Fixsterne von unserm Sonnensystem, als sehr wahrscheinlich vermuthen lassen. Diese werden daher fast jenseits aller uns bekannten Planetenbahnen, immer außer dem Gesichtskreise der Erde ihre vom Finger der Allmacht vorgezeichnete Gleisen fortwandeln. Wie viele Kometen hat uns nicht schon die Geschichte aus dem Alterthum aufbehalten, und wenn man auch einige davon abrechnet, weil damals zuweilen Lufterscheinungen für Kometen angesehen wurden, so ist hingegen nicht zu besorgen, daß hierunter viele einigemal wiedergekehrt sind, weil die mehresten Jahrhunderte zu ihrem Umlaufe gebrauchen, und damit werden immer schon einige hundert bisher wirklich gesehener Kometen herauskommen. (§. 591.) Rechnet man noch, wie viele nur durch Fernröhre sichtbare vor Ersindung derselben unbemerkt geblieben, dergleichen wir jetzt aufsuchen; wie viele bey Tage erscheinen können (wovon man auch schon bey totalen Sonnenfinsternissen Beyspiele hat), wie viele bey trüben Nächten oder großen südlichen Breiten den nachforschenden Blicken des Sternkundigen entgehen, so erhält man eine Vorstellung, daß die Anzahl der Kometen in unserer Sonnenwelt sehr ansehnlich seyn müsse. Lambert bringt in seinen cosmologischen Briefen, nach einem sehr mäßigen Ueberschlage, schon an 4000 heraus.

§. 607. Vergleicht man hiemit die wahre Größe dieser Körper, welche ohne Zweifel bey den mehresten den Planeten nichts nachgeben muß, wie Beobachtungen gelehrt haben, auch daraus zu schließen

sen ist, weil sich sonst die Anziehungskraft der Sonne in ungeheuren Entfernungen nicht so wirksam auf ihre Massen zeigen könnte, um sie in ihren Bahnen herum zu lenken, so sollte man hiernach bald glauben, daß die Kometen den Planeten den Rang streitig machen. Welche neue und erweiterte Begriffe erhalten wir hiedurch von der Größe unsers Sonnensystems und der vortreflichen, einem weisen und gütigen Urheber verrathenden Anordnung desselben. Die Planeten laufen in fast kreisförmigen Bahnen und bis auf geringe Abweichungen alle in einer Fläche um die Sonne, und hiebey wird folglich die anziehende Kraft und die Wirkung der Sonnenkugel nur nach einer Richtung genützt; damit aber noch mehrere Weltkörper von den Reichthum, den die Sonne verschwenderisch allenthalben um sich ausstreuet, Vortheile ziehen möchten, neigte die Allmacht ihre Laufbahnen unter allen möglichen Winkeln gegen die mehrentheils gemeinschaftliche Fläche der Planetenbahnen, und damit ihre Anzahl ansehnlich seyn könne, und die zwischen den Planeten befindlichen Räume ohne Gefahr einer allzugrossen gegenseitigen Annäherung möglichst genützt werden möchten, ertheilte Gott ihnen eine mehr oder minder gegen die Sonne senkrechtere Wurfbewegung, wodurch sich einige in sehr schmalen Ellipsen tief zur Sonne, zwischen den untern Planeten hindurch, herabsenken; hingegen andere und die mehresten sich in mehr offene und verschiedene Planetenbahnen einschliessende elliptische Gleisen, in erweiterten Räumen um die Sonne schwingen. Erstere

werden wegen ihren stärkern Fall gegen die Sonne, sich auch wieder in ihrem Aphelio viel weiter von derselben entfernen, als verhältnißmäßig die letztern; auch müssen jene, nach dem Keplerschen Lehrsatz im Perihelio viel schneller laufen, als diese. Daher ist die späte Wiederkehr der Kometen nicht sowol ihrer sehr ablangen, oft sich weit über alle Planetensphären hinaus erstreckenden Bahnen, sondern vielmehr, daß sie in der Gegend ihrer Sonnenferne ungemein langsam gehen (§. 604.) zuzuschreiben.

§. 608. Ueber die Natur und Beschaffenheit der Kometen, vorausgesetzt, daß sie beständige Weltkörper sind, haben die Naturforscher aller Zeiten verschiedene Gedanken geheget. In der That, welche Vorstellung soll man sich bey der Ausnahme, die man hier antrift, von denselben machen, daß, da die Planeten fast kreisförmig um die Sonne geführt werden; die Kometen hingegen Bahnen durchlaufen, in welchen sie bald die Wirkungen der Sonne in der größten Nähe empfinden, und dann wieder jenseits aller Planetensphären, sich so weit von dieser Quelle des Lichts und der Wärme entfernen, daß ihre wohlthätigen Einflüsse, wie es scheint, ganz unwirksam werden müssen. Welche große Veränderungen werden nicht hiebey auf der Oberfläche der Kometen vorgehen, und ist es wol Wunder, daß wir solche sogar auf der Erde entdecken, welches in der That die Nebel, in welchen die Kometen, wenn sie in der Nachbarschaft der Sonne kommen, eingehüllt erscheinen, und ihre mit der Annäherung ge-

gen

gen die Sonne sich vergrößernden Schweifen erkennen zu geben scheinen. Worinn bestehen aber diese Veränderungen? Gerathen etwa diese Weltkörper, wenn sie gegen die Sonne anrücken, in Brand, und sehen wir in ihren Nebeln und Schweifen den von ihren Oberflächen aufsteigenden Rauch? Oder entstehen diese Schweife aus den von der Sonnenhitze in Dünste aufgelöseten Atmosphären der Kometen? Bey beyden Meynungen wird die Sonne für ein wirkliches Feuer gehalten, dessen Hitze auf den Kometen mit der Annäherung zunimmt. Der große Komet von 1680 kam aber z. B. der Sonne in seinem Perihelio 166mal näher, und empfand ihre Hitze nach der Rechnung 28000mal stärker als die Erde, oder die Erhitzung seiner Kugel übertraf der von einem glüenden Eisen bey uns 2000mal. Wie konnte der Komet diese Glut ertragen, ohne zu zerstieben, und welche Zerstörungen mußten bey derselben auf ihm vorgehen. Im Gegentheil, wie unbeschreiblich strenge müßte nicht die Kälte seyn, welche dieser Komet in seiner Sonnenferne blos gestellt wäre. Es werden demnach obige Voraussetzungen sehr unwahrscheinlich. Wie ganz unbeträchtlich müßte auch die Größe eines Kometen gegen seinen Dunstkreis seyn, da der Schweif sich oft durch Millionen Meilen weite Räume von ihm abwärts in der Länge erstreckt. Wie können uns diese aufgestiegenen Dünste in der großen Ferne noch so lebhaft sichtbar seyn? warum zeigen sie sich nicht überall um den ganzen Kometen, sondern vornemlich nach einer von der Sonne abgewendeten Rich-

 tung,

tung, in welcher wir den Schweif sehen. Wie könnten wir durch die oft lebhaft glänzenden Schweifen der Kometen noch die Fixsterne erkennen, wie doch die Erfahrung lehrt, wenn sich in denselben dicke Dämpfe und Nebel unsern Augen darstellen sollten.

§. 609. Folgende Hypothesen über die Natur der Kometen, und der Entstehung ihrer Schweifen, halte ich demnach für die wahrscheinlichsten. Die Sonne ist kein wirkliches Feuer, sondern ein in der Lichtmaterie vom Schöpfer eingehüllter planetischer Körper, welcher alle Planeten und Kometen bis zu den entlegensten Gränzen seines Gebiets nach dem Verhältnisse vom Quadrat ihrer Abstände Licht mittheilt; hingegen blos, vermittelst der ihren verschiedenen Entfernungen von demselben angemessenen specifischen Bestandtheilen und Atmosphären, auf ihren Oberflächen bedürfnißmäßig Wärme hervorbringt. (§. 401.) Die Wirkungen der Sonne müssen auf einem jeden Planeten fast gleichförmig seyn; welche hingegen auf den Kometen sehr große Abänderungen leiden, weil diese in sehr gedehnten Gleisen aus einer ungemessenen Ferne zuweilen tief zur Sonne herab kommen. Bey dieser schnellen Annäherung reissen sich überall von denselben gewisse Theile los, die in den entlegenen Gegenden ihrer Bahnen einen unentbehrlichen Nutzen verschaften, auch vielleicht zur Hervorbringung der benöthigten Wärme erfordert wurden, und nun bey einem ungemein stärkern Einfluß der Sonne überflüssig sind, woraus der sich um den Kometen zeigende Nebel entsteht. Diese Theile werden daher überhaupt

ihrer Natur nach, der nahen Sonne fliehen, sich größtentheils derselben gegen über ansammlen, und hinter den Kometen bis zu sehr ansehnlichen Weiten der Länge nach hinziehen und den Schweif formiren, welcher daher den Kometen folgt wenn er zur Sonne eilt, hingegen vor demselben hergeht, wenn er von der Sonne zurückkommt. In großen Entfernungen, und vielleicht erst jenseits der Saturnsbahn, werden endlich diese Theile wieder auf den Kometen zurückfallen, und derselbe ohne Schweif und Nebel erscheinen. Es ist augenscheinlich, daß die Materie der Kometenschweife äußerst subtil sey, weil man noch durch dieselben die Sterne erkennen kann; sie muß auch selbst einen phosphorischen oder electrischen Schein haben, weil die Schweifen oft sehr glänzend sich zeigen, auch selbst im Schatten des Kometen noch sichtbar sind, woraus zu folgen scheint, daß diese Materie mit der Materie des Zodiacallichtes und der Nordscheine sehr nahe verwandt ist, welche Erklärung Mairan zuerst unternommen.

§. 610. Bey der jetzigen Kenntniß von der Natur und dem Lauf der Kometen, wenn dabey auch noch vieles unvollkommen seyn sollte, ist wol, da auch der Aberglaube nicht mehr allgemein herrscht, die Untersuchung, ob diese Himmelskörper den Erdbewohnern Glück oder Unglück bedeuten, entbehrlich. Allein die folgende ist wichtiger: ob nicht die Kometen bey einer großen Annäherung gegen die Erde einige Wirkungen auf derselben äußern könnten. Die neutonische Theorie von der anziehenden Kraft der Himmelskörper läßt dieses freylich erwarten,

 unter=

unterdessen haben einige der neuern Naturforscher hiernach Gelegenheit genommen, uns durch allerhand willkührliche Hypothesen zu erschrecken, wobey noch die Kometen und ihre Schweife von der fürchterlichsten Seite vorgestellt werden. Diese Körper, sagen sie, durchstreichen die Bahnen aller Planeten von allen Seiten her, wie, wenn einer derselben käme, der gerade den Erdball träfe, denselben in Brand steckte und zerstörte, oder mit zur Sonne fortrisse, oder uns den Mond raubte, oder seinen Schweif als einen Wasserstrom, wie bey der mosaischen Sündfluth, nach Whistons Meynung geschehen, auf uns herabgösse, und dadurch allerley Zerstörung auf der Erde anrichtete. — Fehlen vielleicht daher schon hie und da Planeten im Sonnensystem, oder machen die Planeten etwa Eroberungen über die Kometen, und ziehen selbige als Monde an sich? Haben wol Saturn, Jupiter und Erde ihre Monde auf diese Art erbeutet? — Alle dergleichen Einfälle werden bey einer gehörigen Prüfung als sehr ungegründet befunden. Noch nie sind dergleichen Umkehrungen von Kometen im Sonnensystem bemerkt worden. Es bleibt auch ohne Zweifel ein jeder Himmelskörper das was er einmal ist, so, daß Zerstörungen des einen durch den andern nicht statt finden, denn die Erhaltung ganzer Weltkugeln war gewiß eine der ersten Absichten des Schöpfers, wozu alle Anlagen vorhanden, auch ihre Laufbahnen deswegen im Weltraum dergestalt geordnet sind, daß sie sich allemal geschickt ausweichen können.

§. 611.

§. 611. Wenn auch gleich die Unmöglichkeit einer solchen zerstörenden Annäherung eines Kometen gegen die Erde, sich nicht unwiedersprechlich beweisen läßt; so ist doch leicht zu zeigen, daß ihre Wahrscheinlichkeit äußerst geringe ist. In dem Fall der größten Möglichkeit, muß nemlich der eine oder andere Knoten der Kometenbahn genau in der Erdbahn liegen, und der Komet gerade in dem Augenblick, da die Erde in diesem Punct ankömmt, durch denselben gehen. Beyde Bedingungen mögen wol in den nächsten hundert tausend Jahren nicht zusammentreffen. Fürs erste ist noch kein Komet bekannt, dessen Knoten in der Erdbahn läge, und obgleich unter den 63 im vorigen Verzeichnisse vorkommenden Kometen der von 1680 der Erde am gefährlichsten ist, weil er uns unter allen am nächsten kömmt; so bleibt er doch in seiner größten Nähe noch $\frac{5}{1000}$ von dem Abstand der Sonne von der Erde = 100000 Meilen, oder noch einmal so weit, als der Mond von uns, wobey er allenfalls, wenn er viel größer als unser Mond ist, durch seine Schwere oder Druck gegen die Erde, eine stärkere Ebbe und Fluth zuwege bringen, auch die Erde etwas aus ihrer Bahn ziehen könnte, welche Wirkung aber nicht lange dauern kann, weil Erde und Komet bey ihrer schnellen Bewegung in wenigen Stunden schon wieder viele tausend Meilen von einander sind. Dann braucht auch dieser große Komet 575 Jahr zu seinem Umlauf, und die Erde kann bey seiner späten Wiederkunft jedesmal in andern Puncten ihrer Bahn seyn, wo diese Gefahr

 nicht

nicht statt findet; setzte ich diese Puncte um einen Tag von einander, so ist erst nach 365 Umläufen des Kometen, oder nach mehr als 200000 Jahren wieder die Wahrscheinlichkeit da, daß die Erde mit diesen Kometen am nächsten zusammen kommen werde. Die andern uns bekannten Kometen sind nicht so groß, oder kommen der Erde nie so nahe, als der von 1680. Auch haben die Sternkundigen noch niemals aus sichern Gründen die schädlichen Wirkungen der sich uns nähernden Kometen aus Beobachtungen gefunden, wohl aber, daß Kometen in ihren Lauf durch Planeten etwas gestört worden. (§. 602.) Die angeblichen Gefahren, womit der Lauf dieser Himmelskörper die Erde bedrohen, sind daher weiter nichts, als leere Einbildungen und gründen sich so wenig auf allgemeine Naturgesetze, als astronomische Untersuchungen.

§. 612. Die Kometen sind ohne Zweifel zu weit höhern Absichten bestimmt, als uns, Bewohner des kleinen Erdballs, Furcht einzujagen, oder bey uns Verwüstungen anzurichten, welches schon aus ihrer ansehnlichen Menge, und daß sie in ordentlichen Kreisen, nach gleichen Gesetzen wie die Planeten um die Sonne geführt werden, zu schliessen ist. Sollten daher nicht auch auf den weiten Oberflächen dieser großen Körper lebendige und vernünftige Geschöpfe der Macht und Güte Gottes ihr Daseyn zu danken haben, wer kann daran zweifeln! — Diese Kometenbewohner werden sich für ihren Aufenthalt schicken; auch wird der gütige Schöpfer Anstalten

stalten getroffen haben, sie gegen die, bey ihnen außerordentlich veränderlichen Wirkungen der Sonne zu sichern; wer weiß, ob nicht auch die Ausströmung der subtilen Materie, in welche uns der Komet, wenn er zur Sonne kömmt, als in einen Nebel eingehüllt erscheint, zum Nutzen seiner Bewohner abzweckt. — Diese Glücklichen wandeln mit ihren Wohnplatz von der Sonne bis zu den äußersten Gränzen ihres Gebiets fort, und können folglich dasselbe aus weit entfernten Puncten und von verschiedenen Seiten beobachten. Auf einer ihrer Jahre gehen nicht selten einige hunderte der unsrigen, und ihre Jahrszeiten richten sich vermuthlich nach ihren jedesmaligen Abständen von der Sonne. — Was für besondere Veranstaltungen des weisen Schöpfers, in Ansehung der Climate, Zonen, Wohnplätze, Abtheilungen der Geschöpfe, Naturproducte, lassen sich nicht aus allen diesen auf einer Kometenkugel erwarten? Welchen Stoff zu Vorstellungen bietet nicht überhaupt der ungewöhnliche Anblick dieser Himmelskörper dem Erdbewohner dar; wie vieles liegt aber noch bey denselben außer der Sphäre seines Verstandes. —

Von den Fixsternen und erweiterte Aussichten in das Reich der Schöpfung.

§. 613.

Obgleich die bisher betrachteten Wunder des Sonnengebiets schon im Stande sind, bey dem Bewohner

wohner des kleinen Erdballs Bewunderung und Erstaunen zu erregen, so hat er mit alle dem dennoch nur erst einen sehr kleinen Winkel des Weltgebäudes aufmerksame Blicke gegönnt. Jene Lichter des Himmels, welche zu Millionen eine heitre Nacht entdeckt, die Fixsterne, leiten ihn zu noch größern Wundern, die seiner ehrfurchtsvollen Untersuchung vollkommen würdig sind, und ihm, so viel sein Geist davon zu fassen vermag, neue und erweiterte Aussichten in die große Schöpfung Gottes eröffnen.

§. 614. Bereits im zweyten Abschnitt §. 58. ist das Allgemeine von den Fixsternen bemerkt; ihre Erscheinung, Unterscheidung von den Planeten, verschiedene Classen nach ihrer Lichtstärke. Im dritten Abschnitt kommt ihre Abtheilung unter bildliche Vorstellungen von Menschen Thieren &c. die Anzahl der in Verzeichnisse gebrachten; Namen der vornehmsten; imgleichen die Lage der zu den Fixsternen gehörigen Milchstrasse, Nebel und veränderliche Sterne vor. Im vierten Abschnitt wird von ihrer besondern gemeinschaftlichen Fortrückung gegen die Aequinoctialpuncte, und im sechsten §. 337. von ihren scheinbaren Durchmessern, §. 338. von ihren Funkeln gehandelt. Dann sind noch im siebenten Abschnitt, an gehörigen Oertern die jährlichen und täglichen Erscheinungen der Fixsterne erläutert worden. Es bleibt nunmehr, außer noch einer scheinbaren Bewegung, die Entfernung, Größe, Menge und Bestimmung dieser Himmelskörper zu untersuchen übrig.

§. 615. Diese scheinbare Bewegung der Fixsterne, welche jährlich wiederkehrt, heißt die Aberration, Abirrung des Lichts, und wird von der zusammengesetzten Bewegung des Lichts der Fixsterne, und der Fortrückung der Erde in ihrer Bahn hergeleitet. Sie besteht darinn, daß alle Fixsterne, von der Ecliptik bis zu ihren Polen hinauf, in einem Jahr kleine, immer mehr offene Ellipsen, um ihren wahren Ort zu beschreiben scheinen, deren größere Axe 40 Secunden austrägt. Diejenigen, welche in der Ecliptik selbst stehen, rücken inzwischen nach derselben 20 Sec. von ihren wahren Ort der Länge nach gegen Osten und Westen, und die bey den Polen der Ecliptik laufen in kleinen Kreisen von 20 Sec. im Halbmesser um ihren wahren Ort herum. Wir haben diese Entdeckung dem berühmten Bradley zu danken; denn da dieser um das Jahr 1725 über die jährliche Parallaxe der Fixsterne sehr genaue Beobachtungen anstellte, fand er wieder sein Vermuthen eine periodische und der Wirkung einer Parallaxe der Erdbahn gerade entgegengesetzten scheinbaren Veränderung in der Lage der Fixsterne, welche er nicht anders, als aus einer allmäligen Fortpflanzung des Lichts erklären konnte. Denn er bemerkte zu Kew, nahe bey London, mit einem von Graham verfertigten, 24 Fuß im Halbmesser habenden Sector, dessen Gradbogen nur einige Minuten vom Kreise enthielte, daß der Stern γ oder B am Kopf des Drachen, welcher nicht weit vom Nordpol der Ecliptik steht, und dem Zenith dieser Stadt nahe kömmt, im December

ber 1725 sich von demselben weiter nach Süden entfernte, im März 1726 war er 20 Sec. südlicher als drey Monat vorher, und schien einige Tage stille zu stehen; um die Mitte des Aprils fing er an sich wieder nach Norden zu bewegen; im Anfang des Junii hatte er eben den Abstand vom Zenith als sechs Monat vorher; im September war er 20″ nordlicher, und im December zeigte er sich wieder auf der nemlichen Stelle als im vorigen Jahre. Aehnliche periodische Ortsveränderungen nahm er nachher an vielen andern Sternen wahr, und bemerkte allgemein, daß ein jeder Stern in der Breite am weitesten gegen Norden oder Süden erschien, wenn er um 6 Uhr des Abends oder Morgens culminirte, und zwar im Verhältnisse des Sinus der Breite eines jeden, wenn die größte Aberration in der Länge oder Breite 40 Sec. gesetzt wird. Die größte Aberration in der Länge traf ferner allemal ein, wenn der Stern mit der Sonne in ☌ oder ☍ war, bey jener schien er um 20″ west- und bey dieser 20″ ostwärts von seinem wahren Orte.

§. 616. Die 132ste Figur zeigt, wie Bradley diese Erscheinung an den Fixsternen aus einer combinirten Bewegung der Erde und des Lichts erklärte. Es sey in E ein Stern, aus welchem ein Lichtstral nach der Richtung EB in dem Plan der Ecliptik fortschießt; AB ein sehr kleiner Theil der Erdbahn, von 20 Sec. im Bogen, und CB der Halbmesser derselben. Diese Weite CB lege der Lichtstral zurück, während daß die Erde von A bis B fortrückt. Kömmt demnach die Erde in B, so ist

ist das Licht in demselben Augenblick in diesem Punct, und daher bestimmen CB und AB die zusammengesetzte Geschwindigkeiten des Lichts und der Erde in einer gleichen Zeitdauer. Zieht man nun CD parallel und gleich groß mit AB, so läßt sich das Parallelogram DCAB beschreiben, und man kann die Geschwindigkeit des Lichts CB als das Resultat von zwey Geschwindigkeiten nach den Richtungen CD und CA ansehen. Jene wird wegen ihrer gleichen Größe und parallelen Lage mit AB für unser Auge aufgehoben; diese aber bleibt noch für uns bemerkbar, und wir sehen den Stern nach der Richtung AC, oder nach BD. Nun ist CBD der Aberrationswinkel, und giebt an wie viel der Stern E von seinem wahren Ort, oder der Linie BCE auf der einen oder andern Seite entfernt zu seyn scheint; und da die Beobachtungen die Größe desselben bey dieser Stellung der Erde und des Sterns gegen einander, wobey er am merklichsten seyn muß, gerade 20 Sec. geben, so bestätiget sich die Richtigkeit dieser Erklärung, und zugleich was Römer, wie oben von §. 405 — 407. gezeigt, aus den Verfinsterungen der Jupiterstrabanten gefunden, daß das Licht in 8 Min. 7 Sec. von der Sonne bis zu uns, oder durch einen Halbmesser der Erdbahn = CB sich fortpflanzt, denn in dieser Zeit legt die Erde gerade 20 Sec. im Bogen ihrer Bahn = AB zurück. Es folgt auch aus der Figur, daß der Stern allemal nach der Seite hin, von seinem wahren oder mittlern Ort erscheint, gegen welcher die Erde fortrückt.

§. 617.

§. 617. Dies letztere zeigt auch die 133ste Figur für alle Stellungen des Sterns gegen die Sonne, während einen jeden Umlauf der Erde. Es sey RBHK die Bahn der Erde, und in S die Sonne. Nach E hinaus stehe ein Fixstern in der Fläche der Ecliptik oder der Erdbahn RBHK, gegen welchen, wegen seiner großen Entfernung, alle Parallellinien RE, VE, KE, TE, HE gehen, so wird dieser Stern, wenn die Erde in K ist, in der ☌, und wenn sie in B ist in der ☍ mit der Sonne seyn, oder um 12 Uhr Mittags oder Mitternacht culminiren; in R wird er um 6 Uhr Morgens, und in H um 6 Uhr Abends im Meridian kommen. Läuft nun die Erde in der Hälfte ihrer Bahn RBH fort, so muß der Stern, wie aus der vorigen Figur erhellet, sich von seinem wahren Ort E zur linken, oder gegen Morgen entfernen, wobey seine scheinbare Länge größer wird; rückt aber die Erde in der andern Hälfte ihrer Bahn HKR fort, so scheint der Stern, wegen dieser Abirrung des Lichts, zur rechten oder gegen Abend, von seinem wahren Ort E abzuweichen. Aus K sowol als B betrachtet, ist die Abirrung am größten, nemlich 20 Sec. im erstern Punct gegen Westen nach Kr, und im letztern gegen Morgen nach Bn. Es läßt sich ferner aus der Figur folgern, daß der Stern an seinem wahren Ort, der Länge nach, erscheint, wenn die Erde in R und H ist.

§. 618. Da dieser Stern in der Ecliptik stehend angenommen wird, und folglich die Erdbahn mit demselben in einer Fläche liegt, so erhellet deutlich,

lich, daß derselbe jährlich nur in einer geraden Linie von 40 Secunden seine Länge verändern muß. Hingegen alle Sterne die eine Breite haben, oder über die Fläche der Erdbahn erhaben sind, müssen in Ellipsen, deren halbe größere Axen 20 Sec. eines größten Kreises, und deren halbe kleinere 20 Sec. × dem Sinus der Breite gleich sind, herum zu laufen scheinen, und werden, nachdem sie eine nordliche oder südliche Breite haben, wenn die Erde in R ist, in den südlichsten oder nordlichsten, und wenn sie in H kömmt, in den nordlichsten oder südlichsten Punct dieser Ellipsen erscheinen. Es sey in Fig. 134. KRBH die Erdbahn; in e ein Stern unter der nordlichen Breite eSG, so wird derselbe sich in der gezeichneten Ellipse um seinen wahren Ort e bewegen, und in den Puncten k, r, b, h erscheinen, so wie die Erde in K, R, B, H kömmt. Ein Stern endlich, welcher selbst im Pol der Ecliptik, demnach senkrecht über den Punct S Fig. 133. steht, läuft in einem Kreise dabc von 20 Sec. im Halbmesser herum, und nachdem die Erde in den Puncten R, B, H, K kömmt, wird der Stern zu gleicher Zeit in a, b, c, d, folglich allemal am weitesten von seinen wahren Ort gegen die Seite, nach welcher die Erde fortrückt, entfernt erscheinen. Die Aberration der Länge und Breite zieht eine Aberration der geraden Aufsteigung und Abweichung nach sich, wie sich leicht einsehen läßt. Auch bey den Planeten und Kometen ist wegen der Aberration eine Reduction ihrer beobachteten scheinbaren Oerter auf die wahren nothwendig, wenn man die Genauigkeit aufs höchste treiben will.

Die Größe derselben ist allemal, ihrer Bewegung von der Erde aus betrachtet, in der Zeit gleich, in welcher das Licht von ihnen bis zu uns anlangt, und läßt sich folglich aus ihren Abständen und Bewegung leicht berechnen. Die Abweichung vom wahren Ort zeigt sich gleichfalls beständig nach der Seite, gegen welche die Bewegung der Erde geschieht. Das bisher gesagte kann schon eine für meinen Zweck hinlängliche Vorstellung von der Abirrung des Lichts der Himmelskörper verschaffen, welche übrigens einen neuen und sehr wichtigen Beweis für die Richtigkeit der Lehre des Copernicus vom Sonnensystem darbietet.

§. 619. Die Entfernung der Fixsterne von der Erde muß erstaunlich groß seyn, dies läßt sich schon aus einem leichten Ueberschlag erkennen. Die Erde umläuft jährlich einen Kreis um die Sonne, dessen Durchmesser über 40 Millionen Meilen austrägt, so, daß wir inzwischen um diese große Weite unsern Ort im Weltraum verändern und im Sommer gewissen Fixsternen 40 Millionen Meilen näher als im Winter sind, demohngeachtet erscheinen uns diese Himmelskörper zu allen Zeiten des Jahrs in einer gleichen Größe, und behalten eine unveränderliche Lage gegen einander. Das Gestirn des Orions zeigt sich z. B. im August des Morgens am östlichen Himmel eben so, als im Februar des Abends am westlichen. An allen Planeten wird der Einfluß einer Fortrückung der Erdkugel im Sonnensystem deutlich bemerkt, sie zeigen sich daher bald größer bald kleiner, scheinen sich oft sehr un-

ordentlich zu bewegen, gehen langsamer oder geschwinder, stehen sogar still, und laufen rückwärts, wie in den vorigen Abschnitten erklärt worden. Selbst Saturn, wenn er nach Fig. 135. in T steht, und von der Sonne S, oder in seiner ☌ und ☍ von der Erde aus A und C in e gesehen wird; kann von der Erde von B aus um 5° gegen Morgen nach p, und von D aus um eben so viele Grade nach Westen gegen r erscheinen (§. 442.); allein an den Fixsternen ist von allen diesen nicht das geringste wahrzunehmen. Weil demnach die Stellungen der Fixsterne g, h, i, E, k gegen einander nach Fig. 135. aus der Erde in B nicht anders erscheinen, als wenn dieselbe nach sechs Monaten in D kömmt, so muß der Durchmesser der Erdbahn BD gegen ihre Weite kein merkliches Verhältniß mehr haben, oder die jährliche Parallaxe der Erdbahn bey den Fixsternen nicht mehr zu bemerken seyn, woraus sich die ungeheuren Abstände derselben von uns folgern lassen. Nach Figur 134. würde unterdessen, wenn KRBH die Erdbahn ist, die Sonne in S und ein Stern E senkrecht über S, folglich im Pol der Ecliptik gesetzt wird, der Winkel SEK = SEB dessen Parallaxe in der Breite seyn. Stünde ein anderer Stern senkrecht über K in T, so wäre der Unterschied beyder Winkel BTK und STK die Parallaxe der Breite. In der 135. Figur wird, wenn der Stern E in der Fläche der Ecliptik steht, der Winkel SEB = SED dessen Parallaxe in der Länge.

§. 620. Huygen wählte einen besondern Weg, um einigermaassen zur Kenntniß der Entfernung der

Fixsterne zu gelangen, indem er nemlich die scheinbare Größe und den Glanz des Sirius, der als der hellste unter allen Fixsternen, gemeiniglich für den nächsten gehalten wird, mit der Größe und Lichtstärke der Sonne verglich. Seine Methode ist sinnreich, und verdient bemerkt zu werden. Er sahe durch eine 12 Fuß oder 144 Zoll = 1728 Linien lange Röhre O A Fig. 136, welche vorn bey A nur eine kleine runde Oeffnung von $\frac{1}{12}$ Linien im Durchschnitt = m n hatte, nach der Sonne, so ließ sich aus O der Winkel n O m übersehen, dessen Tangente nach optischen Gründen, (weil er nur geringe seyn konnte,) gleich ist $\frac{OA}{mn} = \frac{1278}{\frac{1}{12}} = \frac{1}{20736}$ = 0,00004822, und sich in den Tafeln beynahe von 10 Secunden findet. Wird nun der Durchmesser der Sonne auf 31 Min. = 1860 Sec. gesetzt, so übersahe Huygen durch die Oeffnung den 186 Theil von der Sonne; allein er fand, daß dieses Stück noch viel heller war als Sirius, und setzte deswegen vorn in der Oeffnung ein mikroskopisches Glaskügelchen, dessen Halbmesser = $\frac{1}{2}$ m n war. Hiedurch mußte er von O aus nach dioptrischen Gründen, wenn $\frac{1}{2}$ m n = r; O A = h, und der Sonnen scheinbarer Durchmesser = V gesetzt wird, von der Sonnenscheibe $3 \times r \times \frac{V}{2 \times h}$ und in Zahlen $3 \times \frac{1}{24} = \frac{1}{8} \times \frac{V}{3456} = \frac{V}{27648}$ demnach den 27648sten Theil übersehen, wofür Huy-

Huygen nach seiner Rechnung 27664 herausbrachte. Als er sich hierauf, um alles fremde Licht abzuhalten, überall verhüllte, schien ihm dieser $\frac{1}{27664}$ste Theil von der Sonne dem Sirius zur Nachtszeit an Größe und Licht gleich zu kommen, und hieraus folgerte Huygen, daß wenn Sirius so groß als die Sonne ist, so muß er 27664mal weiter als dieselbe, oder über 550000 Millionen Meilen von der Erde entfernt seyn. Diese Weite des uns am nächsten seyn sollenden Fixsterns setzt schon in Erstaunen; allein es läßt sich aus Beobachtungen zeigen, daß solche allem Ansehen nach von Huygens noch viel zu geringe herausgebracht worden.

§. 621. Es sey in Fig. 135. S die Sonne, A B C D die Bahn der Erde in E ein Fixstern in ihrer Fläche, wenn nun die Weite SE nur 27664 mal SB oder SD wäre, so müßte der Fixstern E noch eine Parallaxe aus B und D betrachtet von 7 bis 8 Secunden haben, denn SB = 1 durch SE = 27664 getheilt, giebt die Tangente des Winkels der Parallaxe BES von 7 bis 8 Sec. Allein eine Parallaxe von dieser Größe haben die Sternkundigen auch bey den Sternen erster Größe, die uns wahrscheinlich am nächsten stehen, nicht bemerken können. Was Tycho, Picard, Flamstead und andere über die periodischen Veränderungen der Oerter des Polarsterns, des Sirius ꝛc. bemerkten, und als eine jährliche Parallaxe dieser Sterne ansahen, ist größtentheils der ihnen damals noch unbekannten und erst von Bradley entdeckten Aberration des Lichts zuzuschreiben. Auch fanden selbst jene Astronomen

 diese

diese Erscheinungen nicht mit der Wirkung einer von der Erdbahn herrührenden jährlichen Parallaxe übereinstimmend. Es sey nach Fig. 134. ein Stern in e, die Erde umlaufe ihre Bahn KRBH, so muß der Stern, wenn er eine merkliche Parallaxe hat, eben so als bey der Aberration, inzwischen in einer Ellipse herumlaufen. Allein die Parallaxe erniedrigt blos den Stern, und er würde aus K betrachtet, wo seine Breite dem Winkel eKG gleich ist, unter e gegen r; aus B aber, wo seine Breite größer und = dem Winkel eBG erscheinen müßte, über e nach h sich zeigen. Hieraus ist zu schliessen, daß die Parallaxe den Stern e, wenn die Erde in den Puncten K, R, B, H ihrer Bahn ist, nach r, b, h, k; die Aberration aber, wie oben schon bemerkt ist, nach k, r, b, h bringen würde. Bradley, der hierauf besonders bey seinen außerordentlich feinen Beobachtungen Achtung gab, versichert, daß er eine Parallaxe an den Fixsternen würde bemerkt haben können, wenn diese eine Secunde austrüge. Nachher sind noch sehr genaue Beobachtungen von verschiedenen Astronomen über die Parallaxe des Sirius, wie wol ohne den gehofften Erfolg, angestellt worden. Wenn nun dieser hellste unter allen Fixsternen keine merkliche Parallaxe hat, wie geringe muß dann dieselbe nicht bey den Sternen von geringern Größen seyn, und wie wenig läßt sich demnach über den Abstand der Fixsterne von uns zuverläßig bestimmen.

Anmerk. Einige Astronomen wollen bemerkt haben, daß gewisse Sterne zuweilen doppelt, dann wieder einzeln erscheinen,

welches

welches auf eine jährliche Parallaxe führen würde, wenn nicht dergleichen Beobachtungen noch eine mehrere Bestätigung brauchten.

§. 622. Mit dem allen sind doch wol nicht die Fixsterne, nach dem Wahn der Alten, an einer kristallenen Himmelskugel befestigt, wobey freylich keine Parallaxe derselben statt fände, denn wer wird noch anjetzt dieser Vorstellung Glauben beymessen? Demnach bleibt nur der Schluß übrig, daß die Fixsterne solche erstaunliche Entfernungen haben, gegen welche der Halbmesser der Erdbahn von mehr als 20 Millionen Meilen nur ein sehr geringes Verhältniß behält, weil die Parallaxe auch der hellsten Sterne so geringe ist, daß sie mit unsern besten Werkzeugen sich nicht ausmessen läßt. Um doch aber hierüber einige Rechnung anzustellen, nehme man an, die Parallaxe der Sterne erster Größe sey wirklich eine Secunde, so kann nach Fig. 134. und 135. deren Entfernung berechnet werden. Z. B. in Fig. 135. wäre folglich in dem rechtwinklichten Dreyeck BSE der Winkel SEB = 1 Secunde; und daher EBS = 89° 59′ 59″; die Seite SE ist eine Tangente des letztern Winkels, weil BS den Radius vorstellt. Nun aber übertrift, nach den trigonometrischen Tafeln die Tangente von 89° 59′ 59″ 206264mal den Radius, demnach ist in der Figur SE um so vielmal größer als SB; folglich wären die Fixsterne bey einer Parallaxe von 1 Sec. 206264mal weiter von der Sonne als die Erde, deren mittlere Weite von der Sonne 20800000 Meilen (§. 473.) austrägt, oder ihre uns ganz

unbegreifliche Entfernung ginge über 4 Trillionen Meilen. Und doch gilt dieses nur von den unserer Sonne am nächsten stehenden Fixsternen.

§. 623. Aus dieser nicht blos nach willkührlichen Voraussetzungen erhaltenen Vorstellung von den ungeheuren Entfernungen der Fixsterne, läßt sich erklären, warum auch die Sterne erster Größe mit den vollkommensten Fernröhren, welche die Planeten ansehnlich vergrößert darstellen, betrachtet, gleichwol als untheilbare Puncte erscheinen, auch nach verschiedentlich darüber angestellten Beobachtungen keine Secunde im scheinbaren Durchmesser haben (§. 337.) und dennoch ist leicht zu schliessen, daß die wahre Größe dieser Himmelskörper sehr ansehnlich seyn muß, ob wir gleich, da sowol ihre genaue Parallaxe, als scheinbarer Durchmesser unbekannt ist, nicht im Stande sind, hierüber etwas zuverläßiges zu bestimmen. Es läßt sich unterdessen nach §. 477. beweisen, daß wenn sowol die jährliche Parallaxe, als der scheinbare Durchmesser eines Fixsterns eine Secunde austrüge, derselbe einen dem Halbmesser der Erdbahn gleichenden, oder 20800000 Meilen großen Durchmesser haben müsse; da dies aber nicht glaublich ist, so wird ohne Zweifel die Parallaxe der Fixsterne, so geringe dieselbe immer seyn mag, den scheinbaren Durchmesser derselben übertreffen. Mit dem allen kann man sich die Fixsterne als Körper vorstellen, die unserer Sonne an Größe nichts nachgeben, wo nicht gar übertreffen. Nimmt man noch dazu, daß die Fixsterne bey ihren ganz unmerklichen scheinbaren

baren Durchmesser, uns aus ihrer großen Weite, gegen welche die Weite des Saturns unbeträchtlich ist, gleichwol noch ein sehr lebhaftes Licht zuwerfen, welches sich von dem geborgten Sonnenlicht, womit die Planeten leuchten, sehr deutlich unterscheidet; so ist gewiß, daß die Fixsterne ihren Schein so wenig von unserer Sonne, als von andern Himmelskörpern entlehnen, sondern mit ihren eigenen Lichte glänzen, das heißt: daß sie unserer Sonne ganz ähnliche Körper seyn müssen.

§. 624. Und so erblickt demnach das Auge des Erdbewohners in allen Fixsternen Sonnen. Mit dieser Vorstellung vergleiche man ihre unzählbare Menge. Schon das blosse Auge bemerkt bald, in einer heitern Nacht, daß die 3 bis 4000 Sterne, welche die Astronomen in Verzeichnisse und Bilder gebracht, lange nicht das ganze Heer derselben ausmachen. Allein wie sehr vielmehr zeigen dies die Fernröhre. Huygen zählte bereits durch dieselben allein im Siebengestirn 40, in den Nebelstern des Krebses die Krippe 36, und um den Gürtel und Schwerdt des Orions über 2000 Sterne; wovon das unbewaffnete Auge nur wenige entdeckt, obschon dergleichen Beobachtungen nur durch mittelmäßige Fernröhre in allen Gegenden des Himmels anzustellen sind. Fast alle Nebelsterne, die mit blossen Augen sich als kleine blasse Wölkchen hie und da am Himmel zeigen, erscheinen durch Fernröhre als zahlreiche Sammlungen kleiner nahe zusammenstehender Sterne. Endlich häufen sich die Sterne in der Milchstrasse überall zu Millionen, so daß wir auch den

 Licht=

Lichtschimmer dieser prächtigen Himmelszone größtentheils von dem vereinigten Glanze unzählbarer Sterne herleiten können, deren sich immer mehrere dem Fernrohr darstellen, je vollkommener es ist.

§. 625. Ueberdenken wir die erstaunlichen Entfernungen jener zahllosen Sonnenheere, so entsteht eine über alle Begriffe des menschlichen Verstandes gehende Vorstellung von der Vortreflichkeit und Ausdehnung der Schöpfung. In der That, welcher Maaßstab wird uns ihre Weiten in uns noch faßlichen Zahlen angeben. Eine Erdweite (der Abstand der Sonne von der Erde) ist sonst gewöhnlich die Meßruthe des Astronomen, mit welcher er die Räume des Himmels ausmißt; allein er muß solche nach obigem Beyspiel, wenigstens 206264mal bis nur an den unserer Sonne am nächsten stehenden Fixsternen umschlagen. Dies wären die Sterne erster Größe, man zählt aber Sterne bis zur siebenden Größe, die das blosse Auge noch unterscheidet, und diese sind allem Vermuthen nach noch viel mal weiter entlegen. Diejenigen Fixsterne, welche man durch Fernröhre noch mühsam in der Milchstrasse und den Nebelsternen entdeckt, mögen, hiernach zu rechnen, wol von der 50sten Größe in absteigender Ordnung, und dennoch noch lange nicht die letzten Sonnen des Weltbaues seyn. Wie viele tausendmal entfernter als die von der ersten Größe, kann man sich nicht diese kleinen Sterne vorstellen. Hier steht obiger Maaßstab mit den Entfernungen in keinem merklichen Verhältniß mehr. Der Astronom nimmt deswegen noch zu einem größern seine

Zu-

Zuflucht, und dieser ist das Licht, welches von der Sonne bis zu uns sich in 8 Minuten fortpflanzt, nach dessen schnellen Schwingungen er sich in Gedanken den Abstand der Fixsterne vorstellig zu machen sucht, und findet, daß es bey aller Schnelligkeit demohnerachtet von dem nächsten Fixstern bis zu uns 30 Jahre gebrauchen würde. Daher können Jahrhunderte hingehen, ehe es von den Sternen von geringern Größen, durch die zwischen uns und denselben liegenden großen Zwischenräume bis zur Erde herabkömmt, und von den entlegensten Sternen der Milchstrasse und Nebelsterne, möchte das Licht wol noch nicht in dem nächsten Jahrtausend bey uns angelangt seyn.

§. 626. Und was konnte wol der Endzweck des Allerweisesten seyn, als seine Macht in den unermeßlichen Gefilden des Weltraums Myriaden Sonnen ins Daseyn rief? Vielleicht, damit selbige die Nächte des Erdbewohners erleuchten, oder als so viele glänzende Puncte der nächtlichen Bühne des Himmels zur Zierde dienen möchten? Keineswegs! Denn hiebey wären im großen Weltgebäude die von der Allmacht gebrauchten Mittel den Absichten nicht angemessen, wovon wir doch überall auf der Erde, mit Bewunderung, das Gegentheil bemerken. — Unsere große Sonne liegt im Mittelpunct ihres Systems, und verbreitet über sechszehn Planeten, und einer ungleich zahlreichern Menge Kometenkugeln Bewegung, Licht und Wärme. Jene große Kugeln des Himmels, die Fixsterne, sind auch Sonnen, und zu gleichen Verrichtungen fähig.

fähig. — Sollte ihnen die Allmacht dies Vermögen umsonst ertheilt haben? Dann ist, wie oben gezeigt worden, zwischen unserer Sonne und den nächsten Fixsternen ein solcher ungeheurer Raum, und wir können sicher zwischen zween am nächsten stehenden Fixsternen uns ähnliche Räume gedenken. Warum ließ aber der Schöpfer der Welt jenen grossen Raum um unsere Sonne? Damit nicht ihre Planeten und Kometen durch die Einwirkung der Anziehung der nächsten Sonne, in ihrem Laufe gestört werden möchten. Sollte daher der Ewige nicht auch jene unermeßliche Räume um die Fixsterne zu ähnlichen Absichten bestimmt haben? und kann man glauben, daß die wohlthätigen Einflüsse, welche diese Sonnen allenthalben um sich ausstreuen, ungenützt bleiben? Nein! denn dies würde mit der Weisheit des Schöpfers streiten. Ein jeder Fixstern liegt demnach höchstwahrscheinlich im Mittelpunct verschiedener Bahnen der um ihn laufenden Planeten, oder dunkler Weltkörper, und es giebt so viele Sonnensysteme und Weltordnungen, als Fixsterne da sind. — Welche erhabene Gegenstände der Werke Gottes im Großen stellen sich hiernach an den Fixsternen den erstaunten Augen des Erdbewohners dar! und wie unbedeutend muß derselbe nicht seinen Erdball finden, wenn er ihn mit dieser gewaltigen Menge himmlischer Körper in Vergleichung setzt.

Anmerk. Man wundere sich nicht, warum auch die vollkommensten Fernröhre uns nicht die um die Fixsterne laufende Planeten zeigen, da uns dadurch ihre Sonnen selbst, oder die

mit ihrem eigenen Lichte glänzende Fixsterne nur als untheilbare Puncte erscheinen.

§. 627. Gleichwol hat der Allgütige unsere Erde, diesen Punct des Weltalls so reichlich mit lebendigen Geschöpfen und vernünftigen Bewohnern besetzt, und auch jene Kugeln, die mit uns nachbarlich im Reiche der Sonne daher schweben, sind nach obigen Betrachtungen (am Schlusse des neunten Abschnitts) aller Wahrscheinlichkeit nach, nicht unbewohnt. Wie! sollte sich aber nur die Bevölkerung auf unsern kleinen Erdball einschränken, und das ganze unzählbare Heer von Sonnen, Planeten, Monden, ꝛc. in den übrigen gränzenlosen Gefilden der Schöpfung wüste und leer von Geschöpfen seyn? Sollten keine lebendige Wesen von den großen Veranstaltungen aller Sonnensysteme Vortheile ziehen? Was hat der Erdbewohner auch nur für einen Scheingrund, dieses in Zweifel zu ziehen? — Demnach kann es nicht anders seyn, die ewige Urquelle alles Lebens und Glücks wird sich in allen Gegenden ihrer großen Schöpfung, durch Leben, Thätigkeit und Wohlthun an vernünftigen Geschöpfen verherrlichen; die bey allen unzählig mannigfaltigen Abänderungen von Gestalten, Geistes- und körperlicher Fähigkeiten ihr Daseyn froh empfinden, und dankbar die Liebe ihres ewigen Urhebers preisen.

§. 628. Es scheint, als wenn der menschliche Verstand bey Bestimmung der Gesetze, nach welchen der Allmächtige jenes zahllose Sonnenheer mit seinen Sphären durch die unbegränzten Räume

der

der Welt ausgestreuet, und warum die Sterne in der Milchstrasse und den Nebelsternen so sehr auf einander gehäuft sind, daß die übrigen Gegenden des Sterngefildes dagegen öde zu seyn scheinen, seine völlige Gränzen fühle. Allein eine gewisse Erscheinung am Himmel, nemlich die höchst merkwürdige Beschaffenheit, Lage und Figur der Milchstrasse, giebt dessen Schwäche einen Leitfaden zu Schlüssen, die eine ziemliche Wahrscheinlichkeit für sich haben. Dieser prachtvolle gestirnte Gürtel umgiebt 1. fast in der Richtung eines größten Kreises, und 2. im ununterbrochenen Zusammenhange die ganze Himmelskugel, welches zwey Bedingungen sind, die man schwerlich einem blossen ungefähren Zufall zuschreiben kann, und es ist daher wirklich sonderbar, daß die Sternkundige nicht schon längstens veranlaßt worden, hieraus Folgerungen über die Austheilung der Fixsterne zu ziehen. Woher stehen die Sterne der Milchstrasse so sehr gedrängt, warum liegen sie alle in einem Kreis, der von beyde Pole in entgegengesetzter Richtung fast gleichweit entfernt bleibt, und folglich mitten über den Himmel sich hinzieht? (welches letztere sich aus der 137sten Figur abnehmen läßt, die in zwey Scheiben A und B, jene die nordliche, und diese die südliche Halbkugel des Himmels vorstellend, die Lage und Gestalt der Milchstrasse abbildet.)

§. 629. Auf diese Fragen läßt sich folgendes antworten: Die Sterne der Milchstrasse sind vermuthlich in Vergleichung mit den übrigen nicht wirklich näher beysammen, wie es scheint, sondern

dern sie stehen daselbst in den unergründlichen Tiefen des Himmels in unzählbaren Reihen hinter einander, und erscheinen uns folglich deswegen mehr angehäuft, als in andern Gegenden, wo wir die Stellung der Sterne mehrentheils der Fläche nach sehen, ohngefehr eben so, wie diejenigen Bäume in einem Walde, welche wir in langen Alleen hinter einander sehen, enger beysammen, als die zur Seite neben uns stehenden, sich zeigen. Die sämmtlichen Fixsterne mit ihren Planetenkreisen müßten hiernach, wie Fig. 138. beyläufig abbildet, nicht sphärisch, sondern in einer um C sehr abgeplatteten linsenförmigen Figur aufgestellt seyn, so, daß E A B D der Umfang ihrer größten Fläche wäre, und machen zusammen die Milchstrasse aus, in welcher unsere Sonne in der Gegend von C unter Millionen anderer Sonnen als ein Stern glänzt. Hieraus folgt, daß uns alle Sterne, die wir nach E A B D hinaus sehen, viel gedrängter zu stehen scheinen müssen, als diejenigen, die wir um uns herum an der einen oder andern Seite von C erblicken. Erstere werden alsdann unsere eigentliche sogenannte Milchstrasse ausmachen, hingegen letztere uns in allen übrigen Gegenden des Himmels zerstreut erscheinen.

§. 630. Unsere Sonnenwelt liegt vermuthlich nicht in der größten Fläche der gesammten Fixsternensysteme, sondern etwas seitwärts außerhalb derselben, weil die Milchstrasse nicht völlig in der Lage eines größten Kreises der Sphäre erscheint, sondern vom Nordpol bey n, da wo die Cassiopeja in derselben

selben steht, einen Abstand von etwa 30; vom Südpol bey d aber, da wo der südliche Triangel und die Biene vorgestellt wird, einen Abstand von kaum 20° behält. Ferner müssen wir weit vom Mittelpunct C Fig. 138. entfernt seyn, weil die Milchstrasse bey S Fig. 137, da wo ihre Sternbilder Schwan, Fuchs, Adler, Schlangenträger ꝛc. stehen, viel breiter und die Sterne zerstreuter erscheinen als gegen über bey R, wo der Orion, große Hund, Schiff ꝛc. sich zeigt. Läge unsere Sonnenwelt bey m Fig. 138. so würde der erstere Theil der Milchstrasse nach der Gegend E und der letztere nach B hinaus anzutreffen seyn. — Zufolge dieser Vorstellung, daß das ganze Fixsternenheer eine einzige Milchstrasse formirt, beziehen sich nun auf eine ähnliche Art alle einzelne Systeme auf dieselbe, wie unsere Planeten auf den Thierkreis. Diese Erklärung ist sehr ungezwungen, und daher vermuthlich richtig, weil sie, in so weit der Mensch im Stande ist über dergleichen erhabene Gegenstände nachzudenken, aus dem, was der scheinbare Anblick des Himmels lehrt, hergeleitet worden, und auch zugleich Harmonie und Ordnung im Ganzen, zur Verherrlichung des Welturhebers, herausbringt. Kant, in seiner allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels; imgleichen Lambert, in seinen cosmologischen Briefen, haben diese Materie, als wahre Philosophen, mit allen der Größe der Gottheit würdigen Vorstellungen, weiter ausgeführt.

§. 631. Man hat sonst die Fixsterne für völlig unbeweglich gehalten, allein die neuern Astronomen

men haben, aus Vergleichung mit ältern Beobachtungen, gefunden, daß außer den im vorigen bemerkten scheinbaren Bewegungen, die allen gemein sind, (§. 206. u. folg. §. 614.) einige der vornehmsten Sterne noch eine eigene besondere, wiewol sehr langsame Veränderung ihres Ortes zeigen. Halley bemerkte hiernach, daß drey der hellsten Sterne, Aldebaran, Sirius und Arcturus, ihre Breite seit Ptolemeus Zeiten, in einer der Abnahme der Schiefe der Ecliptik entgegengesetzten Richtung verändert haben, und daß dieses beym Arcturus am merklichsten sey. Aus Cassini, Richer, le Monnier und Bradleys Beobachtungen erhellet deutlich, daß der Arctur in 66 Jahren um 2′ 30″ nach Süden fortrückt. Beym Sirius geht diese Ortsveränderung gleichfalls nach Süden, trägt aber seit Tychos Zeiten erst 2 Min. aus. Die Fortrückung des Aldebarans hat Ungleichheiten, und läßt sich noch nicht bestimmen. Cassini findet auch, daß die Sterne erster Größe, Rigel, Beteigenze, Regulus, Capella und Athair eine eigene Bewegung in der Breite, und letzterer in der Länge, haben. Endlich liefert Mayer, im ersten Bande seiner hinterlassenen Schriften, ein Verzeichniß von einigen 70 Sternen, wobey sich in der auf eine gleiche Zeit reducirten Abweichung und geraden Aufsteigung zwischen seinen und de la Caille oder Römers Beobachtungen Unterschiede finden, die auf eine eigene Bewegung derselben schliessen lassen.

§. 632. So unvollkommen bis jetzt diese Wahrnehmungen, selbst bey den Sternen erster Größe

 sind,

sind, und so weit wir auch noch immer von der genauen Kenntniß, wie und wie viel sich in langen Zeitepochen ganze Sonnensysteme verrücken, entfernt seyn mögen, so bestätigen dieselbe doch schon genugsam, was wir auch ohne Beobachtungen voraussetzen konnten, daß keine Kugel des Himmels sich in einer absoluten Ruhe befinden werde, da die Bewegung nothwendig zu seyn scheint, um nach dem Plan der Schöpfung Mannigfaltigkeiten und Abwechselungen im Weltall hervorzubringen. Als höchstwahrscheinlich läßt sich diesem zufolge nach der Analogie schließen: das die Schwere oder ein derselben ähnliches Gesetz durch alle Räume der Himmel ausgebreitet ist; daß nach demselben die zunächst benachbarten Sonnensysteme gegen einander eine wechselseitige Anziehungskraft äußern, und endlich alle gemeinschaftlich gegen einen im Mittelpunct der Milchstrasse liegenden Körper eine Beziehung haben, und sich in Kreisen herumschwingen, wobey die Perioden ihrer Umläufe Millionen Jahre dauern mögen. Dieser Centralkörper muß eine seiner weiten Herrschaft angemessene Größe haben, und wenn er mit einem eigenthümlichen Lichte glänzet, sich daran überall vor andern Sonnen auszeichnen. Da sich nun aus dem sinnlichen Anblick der Milchstrasse nach §. 629. und Fig. 138. folgern läßt, daß unser Sonnensystem in Ansehung der Gegend beym Orion diesseits des Mittelpuncts derselben sich befindet, und gerade Sirius der größte unter allen Fixsternen daselbst nahe an der Milchstrasse gesehen wird, so sind die Sternkundige hierdurch veranlaßt worden, diesen

sen schönen Stern als die Centralsonne (C. Fig. 138.) unserer Milchstrasse anzusehen.

§. 633. Von den neuen oder veränderlichen Sternen, welche entweder nur zu gewissen Zeiten periodisch erscheinen, oder sich bald größer, bald kleiner zeigen, deren es verschiedene am Himmel giebt, (§. 145.) vermuthet man, daß es Sonnen sind, die sich wie die unsrige um ihre Axe drehen, und nicht aus allen Seiten ein gleich starkes Licht von sich stralen, oder daß diese Körper eine sehr abgeplattete linsenförmige Figur haben, und uns bey ihrer Umwälzung zuweilen ihre schmale Seite zuwenden, welches letztere Maupertuis in seinem Discours sur les differentes figures des astres annimmt. Was soll man aber aus den Nebelsternen machen, deren es dreyerley Classen giebt. Die erstere zeigt sich als einzelne in einem Nebel eingehüllte Sterne, und dies sind vermuthlich Sonnen, die eine starke Atmosphäre, gleich dem Thierkreislichte, um sich haben. Daher auch einige Sternkundigen den Lichtschimmer in der Milchstrasse aus dergleichen Atmosphären vieler Fixsterne herleiten wollen. Die andere bestehet, wie die Fernröhre beweisen, aus verschiedenen Häuflein kleiner Sterne, und gehören, als gewisse näher zusammenstehende Sonnen, die für sich ein besonderes System ausmachen, zu den allgemeinen Fixsternensystemen unserer Milchstrasse. Allein die von der dritten Classe, welche sich oft von der Milchstrasse ganz abgesondert, in allen Gegenden des Himmels durch Fernröhre, als blosse neblichte Stellen,

 ohne

ohne einzelne Sterne darstellen, wie die Nebelflecke im Orion, in der Andromeda, im Stier, Ophiuchus, Schützen, großen Bären, am Berge Maenalus ꝛc. sind höchstmerkwürdig. Denn sie scheinen nicht mehr zu den Fixsternensystemen unserer Milchstrasse (S. Fig. 138.) zu gehören, sondern weit jenseits derselben in den unendlichen Gefilden des Weltraums zu stehen, und es ist zugleich sonderbar, daß sich einige in einer länglichten oder elliptischen Gestalt zeigen.

Anmerk. In der 139. Fig. ist der merkwürdige Nebelfleck, welcher den mittlern Stern K nach Doppelmayer (1. u. 2 θ nach Flamstead) und verschiedene kleinere umgiebt, so wie er durch ein verkehrt vorstellendes astronomisches Fernrohr in seiner Gestalt und Größe erscheint.

§. 634. Man hat hiernach Ursache sich von diesen neblichten Stellen am Himmel die erhabensten Begriffe zu machen. — Sollte es wol noch mehrere sogenannte Milchstrassen oder Sammlungen zahlloser Fixsternensysteme im Weltraum geben, und uns einige in diesen Nebelflecken sichtbar werden, dergestalt, daß wir nur den vereinigten Glanz ihrer Legionen Sonnen unter der Erscheinung eines schwachen Lichtschimmers erblicken? — Bey diesen Gedanken schwindelt der Verstand des Erdbewohners, denn seine Sprache hat keine Worte, die Größe dieser erhabenen Gegenstände zu beschreiben, und wer untersteht sich aus unwiederruflichen Gründen, die Unrichtigkeit desselben zu beweisen? Wenn auch der Astronom nur bey den geringsten Leitfaden seiner Vernunft und Beobachtungen kühn über die

An-

Anordnung des Weltbaues Schlüsse stammelt, so ist es ihm zu verzeihen, denn sein eingeschränkter Verstand kann sich von den Werken eines Unendlichen nie zu grosse Begriffe machen.

§. 635. Ueberdenkt endlich der Erdbürger noch die Größe des Weltraums, welcher alle Fixsternensysteme und Milchstrassen in sich schließt, so erliegt sein Geist unter der Vorstellung dieses Gegenstandes, denn hier hören alle seine Begriffe von Zahlen und Weiten auf und der Abstand des nächsten Fixsterns von unserer Sonne hat gegen diese unbegreifliche Ausdehnung kein Verhältniß mehr. Auch auf den Flügeln des Lichts, könnte er leicht Millionen Jahrtausende gebrauchen, um bis zu den entlegenen Milchstrassen, die wir in den Nebelsternen zu sehen vermuthen anzulangen, und auch da wäre er vielleicht noch weit von den Gränzen der unermeßlichen Welt entfernt, die der Allmächtige werden hieß! — In der That, welches ehrfurchtsvolle Erstaunen verdient nicht, nach allen diesen Betrachtungen, der prachtvolle nächtliche Anblick eines heiter gestirnten Himmels? und wie unerschöpflich und edel ist nicht das Vergnügen, welches die erhabene Sternkunde ihren Verehrern gewährt! —

Anmerk. Im vierten Abschnitt der dritten Abtheilung meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, habe ich einige allgemeine Betrachtungen über das Weltgebäude angestellt, und mehr wie in den vorigen §. §. von dieser wichtigen Materie sagen können.

Zwölfter Abschnitt.

Von der Schiffahrt.

§. 636.

Diese gemeinnützige Wissenschaft kann ganz füglich unter die astronomischen gerechnet werden, weil sich dieselbe immer mehr ihrer Vollkommenheit genähert hat, seit dem, außer der Kunst ein Schiff zu regieren, der Compaß erfunden, und der Lauf des Himmels dem Seefahrer bekannter gemacht worden. Ohne diese Hülfsmittel würde er nie zur Kenntniß des Ortes, der Richtung und Größe des zurückgelegten Weges auf dem weiten Ocean gelangen, und noch immer, wie die ersten Schiffahrer sich mit der augenscheinlichsten Gefahr aus dem Gesichte der Küsten in die See wagen. Ich werde im folgenden vornemlich das, was sich bey der Schiffahrt auf die Sternkunde bezieht, kürzlich erläutern, und kann unter andern die Gründe der dabey vorkommenden Aufgaben aus der sphärischen Astronomie; die Anweisungen zur Kenntniß der Sterne; verschiedene Lehren der mathematischen Erdbeschreibung, nemlich von der Figur und Größe der Erde, von den Längen und Breiten der Oerter ꝛc. als aus dem vorigen bekannt, voraussetzen, und nur ihre Anwendung zeigen.

Von der Magnet- oder Compaßnadel, ihre Abweichung und Neigung.

§. 637.

Wenn einer Compaßnadel die magnetische Kraft gehörig mitgetheilt worden, so zeigt dieselbe horizontal im Gleichgewicht auf einen Stift aufgestellt, mit der einen Spitze beynahe nach Norden, und mit der andern beynahe nach Süden. Diese Abweichung ihrer Pole von den Weltpolen, oder von der Richtung des Meridians, ist nach einiger Zeit an einen und demselben Ort der Erde veränderlich, und ihre Größe zu gleicher Zeit nicht überall auf der Erde gleich. Sie weicht an einigen Orten nach Osten, an andern nach Westen mehr oder weniger vom Meridian ab; es giebt aber auch Gegenden, wo zuweilen keine Abweichung statt findet. Zu Berlin weicht anjetzt die Magnetnadel $16\frac{2}{3}^{\circ}$ gegen Westen ab. Zu Paris war Ao. 1580 ihre Abweichung östlich von 12°, Ao. 1610 von 9°, Ao. 1666 war keine Abweichung. Nachher ging selbige gegen Westen, Ao. 1700 war sie 8°: Ao. 1720 12°, Ao. 1760 über 18° gegen Westen; Ao. 1773, 19° 55′ und es scheint, als wenn dieselbe wieder anfängt abzunehmen. Folgende Tafel zeigt die Abweichung der Magnetnadel, in verschiedene Meeresgegenden der Erde um das Jahr 1770.

Im Canal zwischen England und Frankreich über — — 20° westlich

Im baltischen Meer beym Sinus Finnicus — — — 10 —

Im mittelländischen Meer bey Cicilien	15°	westlich
Bey den canarischen Inseln —	14	—
An den Küsten von Neuengland in Nordamerica — — —	6	—
An der Küste von Florida —	0	—
Bey der Küste des grünen Vorgebirges in Africa — —	10	—
Beym Vorgebirge der guten Hoffnung	21	—
Bey den maldivischen Inseln —	5	—
Bey den ostindischen Inseln Borneo ꝛc.	0	—
Oestlich bey den brasilischen Küsten	0	—
In der magellanischen Strasse —	23	östlich
An den nordlichen Küsten von Peru	5	—
Im stillen Meer unterm 210° Länge und 32° S. Breite —	10	—

§. 638. Wenn man aus vielen Beobachtungen in allen Gegenden des Oceans, auf einer Charte vom Globo die Oerter bemerkt, an welchen die Magnetnadel für eine gewisse Zeit eine gleiche Abweichung gehabt, und diese Puncte zusammenzieht, so kommen verschiedene besonders gekrümmte Linien zum Vorschein, die sich alle auf gewisse Gegenden zu beziehen scheinen, welches Halley zuerst entdeckt hat. In Bouguer Traité de Navigation; in Muschenbrocks Naturwissenschaft ꝛc. auch in dem Berliner astronomischen Jahrbuch für das Jahr 1779 kommt eine allgemeine Charte dieser magnetischen Linien nach Beobachtungen vor. Letztere ist von Herrn Lambert verfertiget, und zeigt, daß im Jahr 1770 in ganz Europa, Africa, den östlichen Theil von Nordamerica, und den diesen Welttheilen zunächst angränzenden

zenden Meeren die Abweichung der Magnetnadel durchaus westlich, und zwar im Ocean westlich von Großbrittannien, und östlich unterm Vorgebirge der guten Hoffnung, aufs höchste bis auf 25° gehe, auch daß sich die zwey Linien für 15° Abweichung sehr merkwürdig mitten in Africa durchschneiden. Dann, daß auf einer Linie vom weissen Meer durch Asien, nach dem südlichen China, und bis durch die ostindischen Inseln im Ocean südöstlich von Borneo keine Abweichung sey, und von derselben gegen Morgen, ostwärts zu werden anfange. Das auf einer andern krummen Linie von Florida, den brasilischen Küsten nahe östlich vorbey bis fast zum ersten Meridian unterm 40° südlicher Breite gleichfalls die Abweichung 0 sey und von da gegen Abend durch das ganze südliche America und den mittägigen Theil des stillen Meeres ostwärts falle, so, daß die größte östliche Abweichung von 25° unterhalb der südlichsten Spitze von America zutrift. Halley setzt in seiner Charte für das Jahr 1700 die krummen Linien für die größte westliche und östliche Abweichung beym südlichen Africa und America um 15° östlicher und jene bey Großbrittannien um 40 bis 50° westlicher, und um so viel wären ihre Oerter seit 70 Jahren verrückt.

§. 639. Außer dieser Abweichung von der Mittagslinie hat die Compaßnadel auch eine Neigung gegen den Horizont, denn nachdem eine stählerne Nadel magnetisch gemacht worden ist, verliert sie ihr Gleichgewicht, und neigt sich auf der einen Seite tief herunter, so, daß man genöthigt ist, entweder

diesen Theil leichter, oder den gegenüber stehenden schwerer zu machen, um das Gleichgewicht herzustellen. In den mehresten nordlichen Gegenden der Erde senkt sich die Spitze der Nadel, welche Norden zeigt, unter der horizontalen Fläche; in den südlichen bemerkt man dies von der andern welche Süden zeigt, und in gewissen Gegenden behält die magnetische Nadel eine horizontale Lage. Diese Neigung ist eben so, wie die Abweichung, zu gleicher Zeit nicht überall gleich groß, und wird auch an einem und demselben Orte mit der Zeit veränderlich beobachtet. Der Neigungswinkel der nordlichen Seite der Magnetnadel unterm Horizont war zu Berlin im Jahr 1755. $71\frac{3}{4}°$; im Jahr 1769. $72\frac{3}{4}°$. Ohngefehr um diese Zeit fand man denselben zu Basel $71\frac{1}{2}°$; zu Petersburg $73\frac{3}{4}°$; zu Umba in Lappland $75\frac{1}{6}°$; zu Ponoi $77\frac{1}{2}°$; zu Kola $77\frac{3}{4}°$; zu Paris im Jahr 1772. 71° 20′. Es sind aber erst in wenigen Gegenden des Oceans hierüber genaue Beobachtungen angestellt. Der Seefahrer begnügt sich blos, demjenigen Theil der Compaßnadel, welcher, so wie er unter andern Himmelsstrichen ankömmt, sich mehr oder weniger über den Horizont erhebt, so lange mit etwas Wachs oder dergleichen schwerer zu machen, bis die Nadel sich wieder in der nöthigen horizontalen Stellung zeigt.

§. 640. Bey der Erklärung der veränderlichen Abweichung und Neigung der Compaßnadel müssen diejenigen Naturforscher, welche überhaupt die magnetischen Erscheinungen von einem im Innern der Erdkugel liegenden großen Magneten herleiten, annehmen,

men, daß dieser magnetische Körper seinen Ort nach und nach verändere, wobey es denn vielleicht nur auf den Ort desselben, und nach welchem Gesetze sich diese Veränderung richte, ankäme, um im voraus die Abweichung und Neigung der Nadel in allen Gegenden der Erdoberfläche angeben zu können, von welcher Kenntniß wir aber noch weit entfernt sind. Euler betrachtet, statt eines solchen magnetischen Kerns im Inwendigen der Erde die Erdkugel selbst, als ein Magnet, die ihre von den Weltpolen unterschiedene, obgleich nicht völlig gerade einander gegenüber liegende magnetische Pole habe, durch und nach welchen die magnetische Materie beständig hinströme, und deren Richtung alle einzelne Magnete und Compaßnadeln folgen, so, daß sich aus der Entfernung und Lage dieser magnetischen Pole von und gegen die Pole, um welche sich die Erde dreht, in einem jeden Lande die Richtung und Größe der Abweichung erkennen lasse. Er verglich diese Theorie mit den auf einer für das Jahr 1744 verfertigten Charte vorkommenden magnetischen Linien, und fand vornemlich bey Europa und dem nordlichen America eine ziemliche Uebereinstimmung, wenn er für die Zeit den nordlichen Pol des Magneten 15° vom nordlichen Weltpol; den südlichen 29° vom südlichen Weltpol; den Winkel am Nordpol zwischen den durch beyden magnetischen Polen gehenden Meridianen auf 53°, und die Länge des durch den magnetischen Nordpol gehenden Meridian auf 250° setzte. Die verschiedentliche Größe der Neigung der nordlichen oder süd-

südlichen Hälfte der Magnetnadel, unterm Horizont wird sich hiernach aus der Annäherung oder Entfernung von den gleichnamigen magnetischen Polen ergeben. Hingegen wird in den einen oder andern dieser Pole die Nadel eine senkrechte, und mitten zwischen beyden eine horizontale Stellung erhalten. So gut sich auch alle anscheinende Unregelmäßigkeiten der Magnetnadel, nach dieser Eulerschen Theorie, erklären lassen, so ist es doch Schade, daß wir noch nichts von der Größe der Verrückung dieser magnetischen Pole und ihrer Richtung wissen, um alle daraus entstehende Veränderungen in der Abweichung und Neigung der Compaßnadel, zum großen Nutzen des Seefahrers, im voraus bestimmen zu können.

Vom Gebrauch des Compasses bey der Schiffahrt.

§. 641.

Bey den gewöhnlichen Compassen oder Boussolen wird die magnetisirte Nadel auf einen Stift in der Mitte eines nach den Weltgegenden abgetheilten Kreises im Gleichgewicht aufgestellt. Hingegen beym Seecompaß befestigt man die Nadel gemeiniglich unter einer dünnen pappenen Scheibe, auf deren obern Seite die Schiffsrose (so nennen die Seefahrer einen nach den 32 Winden abgetheilten Kreis) verzeichnet wird, so, daß der Nordpol der Nadel mit dem Punct Norden übereinkommt. Wird nun die Nadel auf ihrem Stift gesetzt, so dreht sich mit derselben zugleich die pappene Scheibe herum,

und der Compaß zeigt, wenn er in Ruhe ist, alle Gegenden des scheinbaren Horizonts auf einmal an. Die 140ste Figur bildet die Schiffsrose mit beygesetzten Benennungen der 32 Winde ab. Wenn man nur weiß, daß N Norden, O Osten, S Süden und W Westen bedeutet, so lassen sich alle lesen, und die eingeführten schicklichen Benennungen aller zwischen zwey Hauptgegenden liegenden Nebengegenden sind auch leicht zu behalten. Diese 32 Abtheilungen des Compasses liegen $\frac{360}{32} = 11\frac{1}{4}°$ von einander, und die Winkel, welche sie, durch Linien, unter sich am Mittelpunct machen, heissen in der Schiffahrt Rhombi oder Rumbi, Windwinkel, Compaßstriche.

§. 642. Der Schiffscompaß wird in einer halben mit Glas belegten Kugel, oder runden Büchse C Fig. 141. eingeschlossen und diese von aussen an zwey kupfernen Stiften m und n innerhalb einer größern Büchse a d im Gleichgewicht aufgehängt. Letztere wird wieder vermittelst zweyer Stifte r und s an der inwendigen Seite eines viereckigten Kastens A B D E eingehängt, und dadurch erhält man, daß die Magnetnadel bey allen Schwankungen des Schiffs ihre horizontale Lage behält. Es sey Fig. 142. A das Vordertheil und R S das Hintertheil eines Schiffs; A B der Kiel desselben, so wird der den See-Compaß einschliessende Kasten, in einem besondern, gegen das Hintertheil des Schiffs befindlichen Behältnisse, die Steuermannshütte genannt, so gesetzt, daß der Mittelpunct c senkrecht über dem Kiel A B und die Seite des Kastens b e,

mit

mit AB unter einen rechten Winkel zu stehen komme. Dieser Compaß heißt eigentlich der Strich- oder Route-Compaß, weil der Schiffer sich dessen bedient, um das Vordertheil und damit den Lauf des Schiffes, vermittelst des Steuerruders, nach der Gegend zu richten, wohin das Schiff geführt werden soll. Zeigte z. B. die Magnetnadel nach der Gegend c n Norden, so wäre n c A der Winkel, den der Kiel des Schiffs mit dem Strich Norden macht, und zugleich der Rumb, unter welchen das Schiff mit dem Meridian nach Osten fortseegelt. Bläset nun der Wind gerade nach dieser Gegend, und stößt folglich senkrecht auf das Seegel MO, so wird das Schiff blos durch Hülfe des Windes nach der Richtung B A fortgeführt. Der Wind ist aber selten so günstig, und daher muß das Seegel, wenn der Wind von der Seite kömmt, schief gegen dem Kiel des Schiffes gestellt werden, alsdann wird aber das Schiff von der Richtung, nach welcher der Steuermann das Vordertheil desselben unter dem Winkel des Strich-Compasses hinlenkt, seitwärts abgetrieben.

§. 643. Diese Abweichung des Schiffs von seinem geraden Lauf wird durch den sogenannten Variations-Compaß gefunden, welcher mit Diopter und beweglichen Regeln versehen, und dessen Rose in 360° eingetheilt ist. Er dient auch zur Beobachtung der Morgen- und Abendweite (Amplitudo) des Azimuths der Sonne und Sterne; imgleichen zur Bestimmung der Winkel, welche entlegene Gegenstände auf der See, als hohe Küsten,

Berge,

Berge, Klippen ꝛc. mit dem Meridian, oder einen gewissen Rumb machen. Es sey Fig. 143. A das Vordertheil und B das Hintertheil eines Schiffs. Das Seegel M O stehe schief, so daß der von der Seite S kommende Wind nach der Richtung S C auf dasselbe stößt, so wird das Schiff vom Winde, nicht allein seiner Länge nach von C gegen G, wohin es der Steuermann lenkt, sondern auch zugleich etwas nach der andern Seite R fortgetrieben, und es nimmt seinen Weg etwa in der Richtung T C R, welcher mit dem Winde den Winkel R C S und mit dem Kiel R C A macht. Dieser letztere Abweichungs-winkel läßt sich mit dem Variations-Compaß von C aus finden, da glücklicherweise das Schiff durch seine schnelle Bewegung hinter sich nach der Richtung C T eine Strecke fort in der See eine Art von Bahn zurückläßt, deren Winkel mit dem Kiel B C T = R C A sich alsdann ausmessen läßt. Wenn man bedenkt, daß der Stoß des Windes nach der Richtung S C auf das Seegel O M wie auf eine schräge Fläche oder einen Keil wirkt, und selbiges aus der Stelle zu treiben sucht, das Schiff aber dem Wasser gegen D seine größte Seitenfläche; gegen A aber die Spitze entgegen stellt, so ist leicht zu erklären, warum das Schiff, ohnerachtet des von der Seite, oder gar etwas von vorne auf dasselbe stossenden Windes, dennoch, vermöge dieser Stellung des Seegels, und da es gegen A, wohin es das Steuer-ruder lenkt, das Wasser mit dem geringsten Wider-stand durchschneidet, vorwärts nach G, mit einiger Abweichung gegen R fortseegeln müsse.

Die

Die Abweichung der Magnetnadel auf der See zu finden.

§. 644.

Da diese Abweichung dem Seefahrer beym jedesmaligen Gebrauch des Compasses in allen Gegenden des Oceans genau bekannt seyn muß, um den wahren Rumb, nach welchen das Schiff fortgeführt worden, darnach zu finden, so ist es zu seiner Sicherheit rathsamer, alle Gelegenheiten wahrzunehmen, die sich darbieten, diese Abweichung auf der See durch wirkliche Beobachtungen zu finden, als solche aus den bereits darüber vorhandenen Nachrichten, oder gar alten oft sehr fehlerhaften Charten zu nehmen, zumal da diese Abweichung überall veränderlich ist, wie oben gezeigt worden. Hiezu giebt es nun verschiedene Mittel: 1) wenn die Sonne, der Mond, oder bekannte Sterne gerade im Meridian beobachtet werden können, so zeigt die Nadel sogleich die Abweichung von der auf diese culminirenden Himmelskörper, vermittelst der Dioptern gerichtete Meridianlinie des Variations-Compasses, welche alsdann mit der Lage des wahren Meridians am Himmel oder auf der Erde übereinkömmt, an. 2) Da sich Tafeln berechnen lassen, welche für alle Tage des Jahres angeben, zu welcher Zeit des Nachts der Polarstern, oder ein jeder anderer bekannter dem Pol benachbarter Stern, gerade unter oder über dem Nord-Pol, durch den Meridian geht. (S. meine Anleitung zu Kenntniß des gestirnten Himmels, Seite 483 und 484.) so giebt dies-

seits

seits des Aequators, der Winkel zwischen der Linie, nach welchen hinaus die Magnetnadel Norden zeigt, und der Richtung, nach welcher diese nordlichen Sterne alsdann gesehen werden, die Abweichung der Nadel vom wahren Nordpunct an der Ost- oder Westseite. Für die Befahrer des Oceans jenseits der Mittellinie läßt sich eben dies aus den dem Südpol benachbarten Sternen finden.

§. 645. Dann ist 3) die auf der See gewöhnlichste und bequemste Methode folgende. Da dem Schiffer schon für eine jede Zeit und Polhöhe Tafeln vorgerechnet sind, welche die Morgen- und Abendweite der Sonne aufs genaueste angeben, so kann derselbe, wenn er die geographische Breite des Orts, wo das Schiff sich auf der See befindet, kennt, an der Bemerkung, in welchen Puncten des Horizonts nach dem Compaß ihm die Sonne auf- oder unterzugehen scheint, verglichen mit dem, was jene Tafeln für die bekannte Polhöhe des Schiffes ansetzen, die Abweichung des Compasses finden. Es sey z. B. ein Schiff am 21sten October unter einer nordlichen Breite von 41°, so muß die Sonne nach den Tafeln, oder nach einer Berechnung wie im §. 197. vorkömmt, 14° vom wahren Westpunct südlich untergehen, wenn nun die Linie des Compasses von Ost nach West mit der zur untergehenden Sonne am Horizont gerichteten einen Winkel von 7° südlich macht, so muß die Abweichung der Nadel 21° vom wahren Westpunct nach Süden, und folglich vom Nordpunct nach Westen seyn. Denn es sey in Fig. 144. W der West, S der Süd, O der Ost- und

und N der Nordpunct des Horizonts, in dessen Mitte C der Zuschauer und zugleich der Mittelpunct des Compasses ist. Die Sonne geht in ☉ um den Winkel W C ☉ = 14° vom Westpunct nach Süden unter, da nun die bis zum Horizont verlängerte Linie des Compasses von Ost nach West noch 7° von der zur Sonne gehenden nach Süden = ☉ C w abweicht, so giebt W C ☉ + ☉ C w = 21° die Abweichung nach Abend. Fällt die Linie C w von C ☉ zur rechten, so muß der Winkel zwischen beyden von der Abendweite abgenommen werden, und die Abweichung bleibt so lange westwärts, als diese Subtraction angeht. Wäre hingegen jener Winkel größer, als die Amplitude, so würde letztere vom erstern abgezogen die Abweichung, und zwar ostwärts herausbringen. Wie diese Regeln bey einer nordlichen Amplitude und beym Aufgang der Sonne verändert werden, ist leicht einzusehen. Diese Methoden, zur Erfindung der Abweichung der Magnetnadel sind auch auf dem Lande zu gebrauchen, und können daselbst, wegen des festen Beobachtungsplatzes mit mehr Zuverläßigkeit angestellt werden, als auf einem schwankenden Schiffe.

Die Weite und Geschwindigkeit des von einem Schiff zurückgelegten Weges zu finden.

§. 646.

Alle Mittel, welche bisher angewendet worden sind, die Geschwindigkeit des Laufs von einem Schiffe zu finden, beziehen sich auf den Gebrauch des

des sogenannten Log oder der Logleine. Das Log ist nichts anders, als ein Stück Holz in Figur eines gleichschenklichten Triangels, 6 bis 7 Zoll hoch, dessen untere Seite mit Bley beschwert ist, so, daß es sich perpendiculair eben unter die Oberfläche der See eintauchen könne. An der obern Spitze dieses hölzernen Dreyecks wird ein langes dünnes Seil befestigt, und dann läßt man beym Gebrauch dasselbe vom Hintertheil des Schiffes in die See fallen, wo es als ein unbeweglicher Punct dienen kann, um die Geschwindigkeit des Schiffs zu bestimmen, indem man zugleich die an demselben befestigte lange um einen Haspel geschlagene Logleine, so wie das Schiff fortseegelt, abwindet, wobey sich diese Logleine über die Oberfläche des Wassers der Länge nach erstreckt, und aus der Beobachtung, wie viel in einer halben Minute davon abgewunden worden, belehrt, wie geschwind das Schiff in der Zeit fortgeseegelt sey, und wie weit es etwa in einer halben Stunde fortkommen werde, wenn sonst alle Umstände bleiben. — In Fig. 145. ist A B C das Log oder der hölzerne oben bemerkte Triangel, G m die Oberfläche der See, A O das Seil, welches in A an dem Log befestigt ist, und gegen O hinaus nach dem Schiff geht. In e ist ein Nagel an einem Faden, der sich in D mit der Leine vereinigt, er ist bey C nur ein wenig an der Seite A C eingesteckt, so, daß er, wenn die Leine wieder nach dem Schiff stark angezogen wird, sich ablöset. E ist noch ein Stück Bley, welches sowol als der Nagel e bestimmt ist, um das Holz

 oder

oder Log A B C aufrecht und unter die Fläche des Wassers zu erhalten.

§. 647. Die Logleine wird durch Knoten in gleiche Theile abgetheilt. Gewöhnlich ist bey den französischen Seefahrern der 120ste Theil von $\frac{1}{3}$ einer Seemeile die auf 17100 franz. Fuß gerechnet wird, oder $47\frac{1}{2}$ Fuß das Maaß von einem Knoten zum andern. Gesetzt nun, es sind während des Versuchs, der gemeiniglich 30 Sec. dauert, 6 Knotenlängen der Logleine von der Haspel abgewunden, so ist das Schiff inzwischen $\frac{6 \times \frac{1}{3}}{120} = \frac{2}{120} = \frac{1}{60}$ Meile fortgeseegelt, und es wird demnach in einer Stunde $120 \times \frac{1}{60} = 2$ Meilen zurücklegen. Dies Instrument belehrt demnach den Seefahrer die Geschwindigkeit des Schiffs, in Ansehung des Meeres, wobey er voraussetzt, daß das Log auf der Stelle, wo es ausgeworfen, unbeweglich liegen bleibt. Allein da überdem der Ocean selbst an verschiedenen Orten einer Bewegung nach einer gewissen Gegend unterworfen ist, so wird sowol das Log als das Schiff gemeinschaftlich nach dieser Richtung zugleich fortgeführt, und es kömmt darauf an, ob das Schiff vom Winde mit dem Seestrom nach einer, oder entgegengesetzten Richtung, oder unter einen gewissen Winkel fortseegelt, um zu bestimmen, ob und wie es dadurch von seinem wahren Lauf abgeleitet worden.

§. 648. Man weiß z. B. daß das Weltmeer zwischen den Wendecirculn sich beständig von Osten nach

nach Westen bewegt, und daß es zwey bis drey Meilen in einem Tage zurücklegt, welcher Seestrom von der täglichen scheinbaren Bewegung des Mondes, dem daselbst beständig wehenden Ostwinde und der Umwälzung der Erdkugel herzuleiten ist. Seegelt nun ein Schiff unter diesen Himmelsstrich nach Westen, so zeigt das Log nur an, wie viel das Schiff sich geschwinder als die See bewegt hat; geht aber der Lauf des Schiffes nach Osten, so wird es durch den Strom des Wassers von daher, immer etwas wieder zurückgeführt, und der Seefahrer wird, nach dem Log zu rechnen, einen grössern Weg gemacht zu haben glauben. Seegelt aber ein Schiff unter dem heißen Erdgürtel von Süden nach Norden, oder von Norden nach Süden, so wird es mit der Logleine parallel von seinem Wege nach Westen abgeführt, und wenn Fig. 146. A B der Lauf des Schiffes nach dem Winde, während des Versuchs mit der Logleine, und A D mittlerweile die Richtung und Geschwindigkeit des Seestroms wäre, so würde das Schiff, anstatt nach B zu kommen, in H angelangt, und folglich A H, die Diagonallinie des rechtwinklichten Parallelograms A D H B, der zurückgelegte Weg in Absicht der Wasserfläche seyn. Geht endlich der Lauf des Schiffs unter einem gewissen Winkel mit der Richtung des Seestroms vor sich, so macht das Schiff gleichfalls einen größern oder kleinern Weg, als die Logleine angiebt. Wenn in Fig. 146. A B die Weite und die Weltgegend ist, um und nach welcher das Schiff, zufolge der Angabe der Logleine fortge-

 seegelt

seegelt ist, der Seestrom aber dasselbe mit der Richtung und Geschwindigkeit A C von A B ablenkt, so hat es inzwischen nur die kürzere Diagonale A G des schiefwinklichten Parallelograms A C G B gemacht.

§. 649. Hieraus erhellet die Nothwendigkeit, daß dem Schiffer in allen Gegenden des Oceans die Richtung und Geschwindigkeit der Meeresströme bekannt seyn müssen, wenn er mit der gehörigen Zuverläßigkeit nach dem was die Logleine angiebt, den zurückgelegten Weg seines Schiffes bestimmen will. Unterdessen bedürfen die mehresten bisher von den Seefahrern gemachten Bemerkungen über diese Bewegungen des Meeres noch genauere Untersuchungen und Berichtigungen. Außer die vorhin angezeigte allgemeine Strömung des Wassers zwischen den Wendekreisen nach Westen, welche sich aber doch nordwärts der Mittellinie, etwas gegen Mittag, und südlich unter derselben gegen Mitternacht hinzieht, auch in der Nähe des festen Landes, der Inseln und Vorgebürge, unterbrochen wird, giebt es unter andern an der ganzen westlichen Küste von Africa starke Meeresströme, bis zu einer großen Entfernung in der See, welche beym grünen Vorgebürge von Westen; weiter mittagwärts aber von Süden herkommen. Zwischen dem Vorgebürge der guten Hoffnung und Madagascar zieht sich das Meer von Nordost nach Südwest. Im bengalischen Meerbusen bey Sumatra geht ein starker Strom von Süden nach Norden. Bey Java, Manilla, den philippinschen und Lazari-Inseln werden beständige und starke Ströme

bemerkt.

bemerkt. In gewissen Gegenden, als im persischen Meerbusen; unterhalb Ceylon; zwischen Malacca und Cochin; nordwärts über Madagascar; an der brasilischen Küste; bey St. Domingo 2c. ist die Richtung der Bewegung der See nach den Jahrszeiten veränderlich. Dergleichen Meeresströme werden ohne Zweifel von der Ebbe und Fluth, und dann vornemlich von den in gewissen Erdstrichen beständig nach einer Gegend wehenden, oder periodisch abwechselnden Winden erregt.

Von den Seecharten und den Loxodromischen Linien.

§. 650.

Wenn dem Schiffer der Ort seiner Abreise durch astronomische Beobachtungen; der Rumb des Windes, unter welchen er fortgeseegelt nach dem Compaß, und die Geschwindigkeit des Schiffs nach der Logleine bekannt ist, so kann er den zurückgelegten Weg auf den Seecharten verzeichnen, und den Ort, wo sich das Schiff befindet, nach Länge und Breite angeben. Ehe ich aber die dabey vorkommenden Aufgaben hersetze, ist es nothwendig, etwas von den See- oder hydrographischen Charten zu erwehnen. Bey der Schiffahrt kommen erstlich die sogenannten platten Charten vor. Diese bilden nur einen kleinen Theil der Wasserfläche ab, bey welchen die sphärische Krümmung der Erdkugel nicht merklich wird, als etwa einzelne Meerbusen, Häfen, Ankerplätze und Rheden, mit ihren Sand-

 bänken,

bänken, Untiefen rc. und daher können auf denselben die Meridiane und Parallele als gerade sich unter rechten Winkeln durchschneidende Linien vorgestellt werden, an welchen sich der zurückgelegte Weg des Schiffs leicht abmessen läßt. Sie sind aber nur bey kleinen Schiffahrten brauchbar, und würden bald unrichtig werden, wenn man nach ihrer Constructionsart große Gegenden des Oceans, vornemlich gegen die Pole hin, entwerfen wollte. Die in der Geographie üblichen Charten, welche nach den Regeln der Perspectiv, entweder sehr große Länder und Meere, oder die ganze Halbkugel der Erde auf einer Ebene richtig entworfen vorstellen *, sind in der Schiffahrt nicht brauchbar, weil auf denselben die Meridiane und Parallele, wenigstens die letztern allemal, gekrümmt erscheinen. Nimmt man z. B. wie Fig. 147. zeigt, denjenigen Entwurf der Halbkugel der Erde, nach welchen der Pol P in der Mitte kömmt, und welcher alle Länder und Meere am wenigsten verzogen darstellt, so werden freylich alle Meridiane, als gerade Linien sich in demselben, unter ihren gehörigen Winkeln durchschneiden, und nur die Parallele als Kreise erscheinen; es findet sich aber dabey die Unbequemlichkeit, daß alle Rumbi oder Windlinien, nach welchen der Schiffer fortseegeln muß, auf dergleichen Charten eben so, wie auf der Erdkugel oder dem Globo selbst, sich als besonders gekrümmte Linien ergeben, welche für dem Seefahrer schwer zu bestimmen sind.

* Anmerk. Die Entwerfungsart der Landcharten, ist gewöhnlich entweder orthographisch oder stereographisch. Bey jener wird der Zuschauer außerhalb der Erde, und in einer Linie, senkrecht über dem Mittelpunct der Oberfläche der zu entwerfenden Halbkugel, in einer unendlichen Entfernung gesetzt. Mit dieser Linie werden durch einen jeden Punct der Oberfläche andere Linien parallel gezogen, welche verlängert auf eine durch den Mittelpunct der Erdkugel gehende Fläche gezogen, daselbst diese Puncte orthographisch bezeichnen, wie sich schon aus den oben im §. 551. vorgekommenen, und nach Fig. 118. erklären läßt. Alle Meridiane und Parallele erscheinen hiebey als Ellipsen, und liegen nach den Sinussen ihres Abstandes vom Mittelpunct der Zeichnung, folglich an den Rändern hinaus, immer näher an einander. Bey der stereographischen Projection gedenkt man sich die Erdkugel als durchsichtig, stellt dem Zuschauer im Nadir der zu entwerfenden Halbkugel und durch den Mittelpunct der Kugel eine senkrecht gegen das Auge stehende Fläche. Werden alsdann Linien vom Auge, innerhalb der Kugel, nach der jenseitigen Halbkugel gezogen, so bilden selbige, da wo sie durch jene Fläche gehen, alle Puncte derselben stereographisch ab. Alle Meridiane und Parallelen sind hiebey Kreisbögen und liegen vom Mittelpunct der Projection aus, nach den Tangenten ihrer halben Winkel von einander, welches die beste Entwerfungsmethode abgiebt. Die 147. Figur stellt stereographisch einen Theil der nordlichen Halbkugel der Erde vor, wenn das Auge im Südpol steht.

§. 651. Es sey in Fig. 147. P der Nordpol; AMB der Aequator, so sind alle von demselben nach dem Pol gezogene Linien, Meridiane und die aus P beschriebenen Kreise die Parallele des Aequators. Will nun der Schiffer z. B. von C aus nach Nordosten steuren, so muß der Lauf seines Schiffs mit allen Meridianen, oder mit der Linie des Compasses, welche den wahren Norden zeigt, beständig

 einen

einen Winkel von 45° machen. Kommt er nun in G so hat die Magnetnadel keine parallele Richtung mehr mit derjenigen, welche sie in C hatte, sondern zeigt in G nach GNP hinaus den Pol an, und dies ist der Meridian für G. Setzt das Schiff seine Reise nach Nordosten fort, so kommt es von G aus nach H. Hier muß die Nadel die Stellung HP nach Norden annehmen, um den Winkel des Weges vom Schiff mit dem Meridian PGH = PHJ = 45° anzugeben, und eben so geht es in J ꝛc., wenn das Schiff beständig nach Nordosten fortseegelt. Hieraus entsteht eine besondere krumme Linie CGHJP von einer spiralförmigen Wendung, die mit der Annäherung gegen den Pol kleiner wird. Die Figur zeigt noch die Gestalt zweyer Windlinien, nemlich für den Strich Nord Nordost CNP und Ost Nordost CSVP, beyde eben so wie die vorige für Nordost, vom Aequator in C an gerechnet. Dergleichen krumme Linien heissen in der Schiffahrt loxodromische Linien und sie finden statt, so bald ein Schiff mit allen Meridianen, durch die es hinseegelt, einen spitzen und unveränderlichen Winkel macht, und folglich seine Länge und Breite beständig verändert. Je größer dieser Winkel, von Norden oder Süden an gerechnet ist, um desto größer wird der Umfang der loxodromischen Linie, und das Schiff wird auf derselben nach immer mehrern Wendungen oder Umschiffungen aller Meridiane der Erdkugel, erst nach und nach zum Pol geführt.

§. 652. Dies letztere läßt sich schon aus der 147. Fig. erkennen. Die loxodromische Linie CNP welche

welche von C nach Nord Nordost führt, macht mit allen Meridianen CP, NP einen Winkel von $22\frac{1}{2}^\circ$, die zweyte CGJP nach Nordosten 45°, und die dritte CSVP nach Ost Nordosten $67\frac{1}{2}^\circ$, letztere hat aber einen viel größern Umfang als erstere. Auf verschiedenen Erdglobis sind diese loxodromischen Linien für alle Abtheilungen der Schiffsrose aus verschiedenen Gegenden des Oceans verzeichnet, auf welcher sich ihre Wendungen, die blos in der kugelähnlichen Gestalt der Wasseroberfläche der Erde, und in der Bedingung, daß alle Meridiane von denselben unter einerley Winkel durchschnitten werden müssen, ihren Grund haben, sehr leicht übersehen lassen. Diese loxodromischen Linien werden unterdessen größte oder kleinere Kreise der Sphäre, sobald ein Schiff entweder 1) beständig unter einen und demselben Meridian, folglich gerade gegen Süden oder Norden, 2) unterm Aequator, und 3) unter einem Parallelkreis, folglich in beyden Fällen, gerade gegen Osten oder Westen, ohne Veränderung der Breite, fortseegelt, und es würde nur auf diesen Wegen, nach einer einmaligen Umschiffung der Erdkugel, unter einem und demselben Rumb, wieder gerade an den Ort seiner Abreise kommen. Bey der Fahrt nach Norden oder Süden würde die Magnetnadel eine unveränderte Richtung behalten, bey der nach Osten oder Westen aber, unterm Aequator AB, oder einer dessen Parallelen, z. B. KL sich während der Reise einmal umwenden, wie sich schon aus ihren Stellungen in CDEF beurtheilen läßt.

§. 653.

§. 653. Der Seefahrer würde nun sehr verlegen seyn, wenn er auf dergleichen Seecharten, worauf die loxodromischen oder Windlinien gekrümmt erscheinen, den zurückgelegten, oder noch zu nehmenden Weg seines Schiffes verzeichnen sollte. Wie würde er z. B. den Rumb finden, der ihn von G nach S führt, oder, mit welchen Schwierigkeiten für ihm wäre wenigstens nicht die Entwerfung derselben verbunden. Ueberdem kann der Schiffer nie unter einen und denselben Rumb sehr große Reisen machen, sondern ist wegen der Lage des festen Landes, der Inseln und Klippen, widrigem Winde, Meeresströme ꝛc. genöthigt, die Richtung seiner Schiffsroute inzwischen oft zu ändern, und hiernach wird die Bezeichnung des Weges vom Schiff auf den Charten, noch schwerer. Gesetzt noch, A M B sey ein Parallel des Aequators, und ein weit entlegenes Object, etwa ein sehr hoher Berg n erscheine von C aus nach Osten; ein anderer R nach Nordosten, so wird der Schiffer, wenn er nach dem ersten, beständig unterm West= und nach dem andern unterm Südwestwinde zu kommen glaubt, den einen oder andern nordwärts vorbeyseegeln, wie die Figur zeigt, welches eine Folge der in allen Meridianen nicht unter sich parallel bleibenden Stellung der Magnetnadel, und der daher entstehenden Krümmung der loxodromischen Linien ist. Der Schiffer müßte also, um von C nach R zu kommen, einen südlichern Strich als Nordost halten, welchen er aber eigentlich zu befolgen habe, würde ihm bey dieser

dieser Constructionsart der Seecharten schwer zu bestimmen seyn.

§. 654. Man hat daher auf Mittel denken müssen, dem Seefahrer Charten in die Hände zu liefern, auf welchen alle loxodromische Linien als gerade Linien vorgestellt werden können. Bey deren Entwerfung mußte man nothwendig alle Meridiane unter sich gleichlaufend und folglich die Graden der Länge in allen Parallelkreisen mit den Graden des Aequators von gleicher Größe verzeichnen; da doch letztere auf der Erdkugel, gegen die Pole hin, immer kleiner werden, indem die Grade des Meridians durchaus gleich groß bleiben. Man mußte deswegen diesen Graden einen geringern Werth geben, welches sich durch einen Maaßstab von immer größern Abtheilungen bewerkstelligen ließ. Dies gab die Veranlassung zur Erfindung der in der Schiffahrt ungemein brauchbaren, sogenannten reducirten Charten, mit deren zweckmäßigen Entwerfungsart uns Mercator zuerst im Jahr 1550 bekannt machte. Man läßt auf diesen Seecharten die Graden des Meridians, oder der Breite, in gleichem Verhältnisse gegen die Pole zu nehmen, als die Graden der Länge in einem jeden Parallelkreise abnehmen. Nun richtet sich diese Abnahme nach dem Cosinus der Breite, (§. 279.) daher muß die Vergrösserung der Grade des Meridians nach der Secante der Breite vor sich gehen, weil die Trigonometrie lehrt, daß der Cosinus eines Winkels mit der Secante desselben, im umgekehrten Verhältnisse stehe, das heißt, daß der Cosinus

sinus bey zunehmenden Winkeln gegen den Radius um so vielmal kleiner, als die Secante größer wird, und so im Gegentheil bey abnehmenden Winkeln; oder, der Cosinus verhält sich allemal zum Radius, wie der Radius zur Secante (§. 26.) Z. B. der Cosinus des Winkels von 60°, ist genau = $\frac{1}{2}$ Radius, und die Secante desselben = den doppelten Radius; der Cosinus von 70° 31′ 44″, ist $\frac{1}{3}$ vom Radius, und die Secante dreymal so groß als der Radius.

§. 655. Wenn demnach auf den reducirten Seecharten die Grade der Länge überall gleich bleiben; die Grade der Breite aber gegen die Pole hin, genau um so vielmal größer werden, als die Grade der Länge auf der Erdkugel abnehmen, so folgt, daß sich unter beyden, nach einen Maaßstab gemessen, dessen Abtheilungen sich eben so vergrößern, allemal das richtige Verhältniß finden müsse. Der letzte Grad am Pol wird freylich unendlich groß seyn, weil die Secante von 90° unendlich ist, diesen Grad darf aber keine Charte enthalten. Eine Folge von dieser Vergrößerung der Grade der Länge und Breite ist, daß die Länder, Inseln und Meere gegen die Pole, auf den reducirten Charten immer weiter ausgedehnt erscheinen; unterdessen behalten diese Gegenden, nach der ihrer Breite zugehörigen Größe eines Grades vom Meridian ausgemessen, gegen alle übrigen das richtige Verhältniß. Da die Meridiane und Parallelkreise auf diesen Charten sämtlich, als unter sich parallel gehende gerade Linien vorkommen, so begreift man leicht, wie ein

jeder

jeder Rumb auf denselben alle Meridiane unter einen ihm zukommenden Winkel durchschneiden könne, und daß sich folglich hiebey alle loxodromische Linien geradelinigt darstellen. Die 148. Figur bildet eine richtig entworfene reducirte Seecharte ab, auf welcher A B der Aequator und E P der erste Meridian ist. Es seegele ein Schiff von T, unterm 27° der Länge und 14° nordlicher Breite, nach R unterm 344° der Länge und 46° nordlicher Breite, so durchschneiden die Windlinien davon nur die 16 vornehmsten von beyden Orten ausgezogen worden, alle Meridiane unter ihren zugehörigen Winkeln, und gleichnamige sowol, als entgegenstehende liegen mit einander parallel. Z. B. die nach Norden gehende T n mit R n; nach Nord Nordwest T q mit R p; nach Nordwest T r mit R u u. s. f., woraus folgt, daß der Weg des Schiffs von T nach R, als eine gerade Linie auf der Charte sich verzeichnen läßt, und daß der Schiffer von jedem Punct der Charte aus leicht finden kann, unter welchem Winde er fortseegeln muß, um diese oder jene Küste, Insel rc. zu erreichen.

Vom Gebrauch der Seecharten, zur Erfindung des Weges von einem Schiff.

§. 656.

Auf den mehresten nach der Constructionsart, wie Fig. 148. entworfenen Seecharten, läßt man die Parallele und Meridiane weg, und zieht nur aus verschiedenen Puncten die 32 Windstriche des Compasses, damit der Seefahrer den zu befolgenden

den Wind finden könne, wenn er sucht, welcher Windstrich des einen oder des andern gezeichneten Compasses, mit einer von dem Ort seines Aufenthalts zum Ort der Bestimmung gehenden Linie parallel liegt. Allein dergleichen Seecharten werden so sehr mit sich einander durchkreuzenden Windlinien angefüllt, daß die Bezeichnung des zurückgelegten und zu nehmenden Weges von einem Schiff auf demselben dadurch erschwert wird. Besser ist es demnach, statt dieser Windlinien die Parallele und Meridiane zu ziehen, wobey der Seefahrer den Ort und Weg seines Schiffs mit Circul und Lineal, imgleichen einer auf Pappe geklebten, genau eingetheilten Schiffsrose, durch deren Mittelpunct ein Faden gezogen wird, viel bequemer findet. Der Seeatlas, welchen die hiesige Königl. Academie im Jahr 1749 herausgegeben, und aus einer allgemeinen und zwölf Specialcharten besteht, ist auf diese Art eingerichtet. Ich will, zur Auflösung der gewöhnlich hiebey vorkommenden Aufgaben, folgende Beyspiele nach der 149sten Figur hersetzen. Es sey A der Ort der Abreise eines Schiffs, unterm 357° der Länge und $40\frac{1}{2}°$ nordlicher Breite; dieses Schiff seegelt 80 französische Seemeilen (20 auf einen Grad des Aequators, oder des Meridians gerechnet) unter den Strich nach Nordosten und dann wieder 100 solcher Meilen untern Ost-Nordostenwinde, fort; die Frage ist, wie der Weg vom Schiff auf der Charte zu verzeichnen, und die Veränderung der Länge und Breite desselben zu finden ist.

§. 657.

§. 657. Da der Punct A nach Länge und Breite bekannt ist, so kann er auf der Charte bemerkt werden. Man legt hierauf an demselben den Mittelpunct der Schiffsrose, so, daß dessen Linie von Süden nach Norden genau mit der Lage eines Meridians der Charte übereinkommt. Spannt alsdann den Faden über den Rumb Nordost, und nimmt mit einem Circul 80 Meilen = 4° des Meridians, deren Weite sich in der Gegend der Breite unter welcher das Schiff seegelt (demnach hier zwischen 40 und 44°) ergiebt, trägt solche von A aus längst den aufgespannten Faden, so findet sich der Punct B als den Ort der Ankunft des Schiffs, unterm ersten Grad der Länge und $43\frac{1}{3}°$ der Breite, so, daß es auf dieser ersten Route seine Länge um $361° - 357° = 4° =$ AE und seine Breite um $43\frac{1}{3}° - 40\frac{1}{2}° = 2\frac{5}{6}° =$ EB verändert hat. Legt man ferner an B den Mittelpunct der Rose und spannt den Faden über den Rumb Ost-Nordost, nimmt von B aus an demselben die Weite von 100 Meilen = 5° des Meridians, so bemerkt der Punct C den Ort, wo sich das Schiff alsdann befindet, er liegt unterm $7\frac{2}{3}°$ der Länge und $45\frac{1}{3}°$ der Breite, so, daß das Schiff auf dieser zweyten Route, also von B an, seine Länge um $6\frac{2}{3}° =$ BR, und seine Breite um $2° =$ RC verändert hat. Von A bis C ist demnach das Schiff um $10\frac{2}{3}°$ gegen Morgen = AS und um $4\frac{5}{6}° =$ SC gegen Mitternacht geseegelt.

§. 658. Dergleichen Aufgaben lassen sich noch auf verschiedene Art abändern, nachdem dem See-

fahrer das eine oder das andere Stück in den Dreyecken ABE und BCR bekannt ist. Als z. B. in dem erstern: 1) Aus den Rumb in A und der Breite von B die Weite AB zu finden: Man stellt die Rose in A und zieht den Faden über Nordost bis zu $43\frac{1}{3}°$ der Breite, diese trift in B zu, und so giebt BA am Meridian gemessen, das gesuchte. 2) Aus AB und der Breite in B den Rumb in A und die Länge von B zu finden: Man nehme mit dem Circul die Weite von AB = 4°, und indem der eine Fuß in A, und der andere bis in einem unterm $43\frac{1}{3}°$ der Breite liegenden Punct gesetzt worden, wird er B unterm ersten Grad der Länge bezeichnen, und nach der Rose ergiebt sichs, daß eine Linie von A nach B gegen Nordosten gehe. 3) Aus der Länge und Breite von B die Weite AB und den Rumb in A zu finden: Man braucht hiebey nur die Rose in A richtig zu stellen; hierauf den Faden bis in B zu ziehen, so findet sich AB = 80 Meilen = 4° des Meridians und der Faden bezeichnet zugleich den Rumb Nordost. 4) Aus den Rumb in A und der Länge in B, die Weite AB und die Breite von B zu finden: Wenn man die Rose in A setzt, den Faden über Nordosten zieht, und Achtung giebt, wo derselbe den ersten Grad der Länge berührt, so wird dies im Punct B geschehen. Dieser ist von A 4° = 80 Meilen entfernt, und die Charte zeigt dessen Breite $43\frac{1}{3}°$ an. 5) Aus der Weite AB und der Länge in B, den Rumb in A und die Breite von B zu finden: Nachdem man mit einem Circul die Weite von 4° = 80 Meilen

len genommen, setze man den einen Fuß desselben in A, und suche mit den andern den ersten Grad der Länge, so trift dieser in B, dessen gesuchte Breite $43\frac{1}{3}$ ist; wird hierauf die Rose in A gestellt, so weiset der nach B aufgespannte Faden den Rumb Nordost an.

§. 659. Bey diesen mechanischen Operationen zur Erfindung und Bezeichnung des Weges vom Schiff auf den Seecharten wird vorausgesetzt, der Seefahrer schätze nicht allein den Lauf und die Geschwindigkeit seines Schiffs, nach dem was die Logleine angiebt, imgleichen den Strich des Windes unter dem er fortgeseegelt nach dem Compaß; sondern es sey ihm auch bekannt, wie viel erstere wegen der Meeresströme etwa noch zu verbessern, und wie viel eigentlich die Abweichung der Magnetnadel in den Gegenden, die er durchgeschifft, austrage. Wenn dies nicht gehörig mit in Rechnung gebracht worden, so werden die Seecharten den Ort der Ankunft des Schiffs nicht mit der erforderlichen Richtigkeit anzeigen können. Der Seefahrer ist daher genöthigt, wenn es seyn kann, sich in B beym Himmel Raths zu erholen, das heißt, die Länge und Breite, unter welcher er sich befindet, durch astronomische Beobachtungen zu suchen, wozu nachher die nähern Anweisungen vorkommen. Diese Vorsicht ist auch bey der vermeintlich richtigsten Schätzung des Weges und des Windstriches zu empfehlen, um die Schiffsrechnung mit den astronomischen Beobachtungen vergleichen und die Schiffahrt desto sicherer fortsetzen zu können.

Von der Ebbe und Fluth.

§. 660.

Das Meer hat, außer der oben angezeigten Bewegung und der, welche die Stürme verursachen, noch eine tägliche und periodische, die unter den Namen der Ebbe und Fluth bekannt ist. Es steigt nemlich alle Tage zweymal gegen die hohen Küsten der Länder an, oder überschwemmt die niedrigen Ufer derselben; eben so tritt es in die Mündungen der Häfen und in den Flüssen eine mehr oder mindere Strecke hinauf. Zweymal zieht sich im Gegentheil das Meer täglich wieder zurück, und eine jegliche Abwechselung desselben in seiner Höhe dauert etwa 6 Stunden. Das Wasser steigt ohngefehr 6 Stunden, und dies heißt die Fluth, nachdem es zu seinem höchsten Stande gekommen, bleibt es kaum eine halbe Viertelstunde stehen, und fließt alsdann faßt eben so lange wieder ab, welches die Ebbe heißt. Nach dem niedrigsten Stande desselben folgt hierauf eine zweite Fluth 2c. Eine jede Meeresveränderung dauert unterdessen etwas länger als 6 Stunden, und nach 24 Stunden verspätigt sich der höchste und niedrigste Stand des Wassers allemal um etwa 50 Minuten, und daher wird der Seefahrer, wenn ihm die heutige Fluth und Ebbe eines Hafens bekannt ist, im voraus wissen, um welche Zeit er Morgen mit der Fluth bey einem günstigen Winde einlaufen kann.

§. 661. Demnach treffen Ebbe und Fluth für einen gewissen Ort nicht alle Tage in gleichen Stunden

den ein, woraus sich schon folgern läßt, daß selbige nicht blos vom Lauf der Sonne abhängen müssen, vielmehr giebt ihre tägliche Verspätigung von etwa 50 Minuten zu erkennen, daß vornemlich der Mond die Ursache derselben sey, weil derselbe nach 24 Stunden gerade um etwa 50 Minuten später den Meridian erreicht. Nach 15 Tagen fallen die Fluthen um 12 Stunden später, und nach Verlauf von 29 Tagen als den synodischen Umlauf des Mondes, wieder in gleichen Stunden des Tages ein, und in dieser letzten Zeit hat der Mond gegen die Sonne wieder ein und dieselbe Stellung, woraus sich augenscheinlich ergiebt, daß die vereinigte Wirkung von Sonne und Mond auf die Gewässer der Erde diese Meeresveränderungen hervorbringen müssen welches noch mehr die nähern Erscheinungen bey denselben bestätigen. Als, daß in einem jeden Monat um die Zeit des Voll- und Neumondes, auch wenn der Mond in seiner Erdnähe ist, das Wasser höher als gewöhnlich steigt, und daß die stärksten Fluthen eintreffen, wenn um die Zeit der Aequinoctien der Mond mit der Sonne in ☌ oder ☍ steht.

§. 662. Die Ebbe und Fluth ist folglich hiernach aus der Wirkung der allgemeinen Schwere zu erklären. Wenn diese beyden Himmelskörper über dem Ocean stehen, so werden sie, da der eine sehr groß, und der andere uns sehr nahe ist, vermöge ihrer Anziehungskraft, wie Kepler und Newton zuerst dargethan, das senkrecht unter ihnen befindliche Wasser etwas erheben, weil dessen Theile nicht so fest als das Land zusammenhängen, und daher diesem

sem Zuge nicht so wiederstehen. Bey dieser Erhebung schwillt aber das Wasser nicht wirklich auf, oder erhält mehr Masse, sondern es wird nur von andern Oertern der See durch die Anziehung des Mondes und der Sonne hieher geführt, und durch diesen Zufluß senkrecht unter denselben stärker als sonst irgendwo an der diesseitigen Halbkugel angehäuft, folglich muß es inzwischen in andern Gegenden niedriger werden. Da sich nun die Erdkugel von Abend nach Morgen umwälzt, so wird dieses senkrecht unter Mond und Sonne erhöhete Wasser, nach der entgegenstehenden Richtung fortgeführt, und daher herrscht auf dem Meer eine schwankende Bewegung des Wassers, weil nemlich, wenn es in einer Gegend hoch steht, in einer andern niedriger werden muß, so, daß dieser Ab- und Zufluß mit einander im Gleichgewicht bleiben.

§. 663. Da der Mond wegen seiner Nähe bey uns den größten Antheil an der Ebbe und Fluth hat, so kann man sich denselben anfangs als den einzigen hiebey wirkenden Körper vorstellen. Demnach sey Fig. 150. E der Mittelpunct der Erde; A und B zwey entgegenstehende Puncte ihrer Oberfläche, die man sich als überall mit Wasser umflossen vorstellen kann. Ueber den Punct A stehe senkrecht der Mond in m, so ist A dem Monde am nächsten, und B von demselben am entlegensten. Das Wasser bey A wird daher mit einer größern Gewalt, als der Mittelpunct der Erde E, und dieser hinwieder stärker, als das Wasser um B vom Mond angezogen, oder die Schwere der Puncte A,

E und B gegen den Mond, nimmt mit ihrer weitern Entfernung von m etwas ab, das heißt, sie haben ein immer geringeres Bestreben, sich dem Mond zu nähern. Wenn sich nun das Wasser in A gegen den Mond an bewegt, oder über die Oberfläche der Erde um die Weite A a sich erhebt, so läßt sich beurtheilen, daß zu gleicher Zeit das Wasser in B, als einen dem Monde gerade entgegenstehenden Punct, sich vom Mittelpunct der Erde gleichfalls entfernen, oder um den Raum B b über die Erdoberfläche erheben muß, denn weil dieser Punct schwächer als E vom Mond angezogen wird, so bleibt das daselbst befindliche Wasser gleichsam zurück, oder erhält eine geringere Schwere gegen den Mittelpunct der Erde, wodurch es nothwendig steigt. Hingegen wird das Wasser 6 Stunden vom Mond um D und C, von welchen Gegenden es nach A und B hingeströmt, mittlerweile bis in d und c gefallen seyn, so, daß hier das niedrigste Wasser ist, wenn es in A und B sich am meisten angehäuft hat, wobey folglich die Wasserkugel der Erde die Gestalt a c d b angenommen.

§. 664. Da sich die Erde nach der Richtung A C B D oder von Abend gegen Morgen um ihre Axe wälzt, so wird das höchste Wasser nach und nach vom Morgen gegen Abend unterm Mond fortgeführt. Bliebe nun der Mond beständig in m, so würden die Meeresveränderungen allemal nach 24 Stunden wieder eintreffen, so aber rückt der Mond mittlerweile um etwa 13° am Himmel, von Abend nach Morgen, in seiner Bahn fort, und ge-

 setzt,

setzt, er stehe am folgenden Tage zu einer gleichen Stunde in n, so hat der Ort A alsdann ohngefehr 50 Minuten später Fluth, weil die Erde sich noch weiter, und um den Raum A r um ihre Axe drehen muß, bis A wieder den Mond senkrecht über sich hat, und so geht es an allen folgenden Tagen, bis die Fluth nach Verlauf eines ganzen Monats sich wieder zu eben der Tagesstunde einstellt. In den Gegenden des Oceans, die gerade unterm Mond kommen können, treffen die Fluthen zur Zeit des neuen und vollen Mondes um die Mittags- und Mitternachtsstunde, und zur Zeit der Viertel um die sechste Abend- und Morgenstunde ein, weil der Mond in diesen Ständen gegen die Sonne um diese Tageszeiten im Meridian kömmt. Eigentlich stellt sich das höchste Wasser nicht allemal genau senkrecht unterm Mond ein, sondern da es durch die Wirkung desselben, sich daselbst wegen des von andern Oertern her zufliessenden erhebt, und hiemit eine gewisse Zeit verfließt, so findet sich das höchste Wasser erst einige Zeit nach dem Durchgang des Mondes durch den Meridian oder Scheitelpunct der Oerter A und B.

§. 665. Die Wirkung der Sonne auf die Gewässer des Erdbodens, ist nach der Rechnung ohngefehr dreymal schwächer als die vom Monde, weil wegen ihrer 400mal größern Entfernung, der Unterschied der Anziehungskraft zwischen dem ihr zunächst liegenden Theilen der Erde, deren Mittelpunct und entgegenstehenden Puncten nicht so merklich ist, als bey dem uns nahen Monde, und folglich

lich keine so große Erhebung des Wassers von der Sonne statt finden kann. Wenn also der Mond nicht da wäre, so würde schon die Sonne eine wie wol dreymal geringere Fluth im Meer verursachen, nun aber erhöhen und erniedrigen sowol die Sonne als der Mond welchselsweise die Gewässer, und die Wirkungen von einem jeden dieser Himmelskörper, ist nach ihren jedesmaligen Stande gegen einander zu beurtheilen, woraus sich leicht abnehmen läßt, daß, wenn beyde nach einer Gegend gemeinschaftlich wirken, der Zufluß des Wassers um so viel größer seyn müsse, wodurch die stärkern Fluthen im neuen und vollen Monde rc. zu erklären sind. Ueberhaupt lassen sich die Beobachtungen über die Ebbe und Fluth des Oceans, so wie solche an den Küsten angestellt werden können, mit der so eben kürzlich vorgetragenen Theorie vereinigen, es würde aber alles noch besser mit derselben stimmen, wenn, wie in Fig. 150. vorausgesetzt wird, die Erde überall mit Wasser bedeckt wäre, und das feste Land, die Inseln rc. nach ihren verschiedenen Lagen, imgleichen die Winde nicht den gleichförmigen Zufluß des Wassers nach der Gegend unterm Mond oder der Sonne, mehr oder weniger verhinderten.

§. 666. Auf denjenigen Meeren, worüber 1) die Sonne oder der Mond niemals senkrecht zu stehen kommen, oder die 2) wenig Ausdehnung haben, rund umher von Land eingeschlossen sind, oder mit dem Ocean nur durch schmale Meerengen Gemeinschaft haben, wird die Ebbe und Fluth entweder gar nicht, oder doch nur schwach bemerkt.

 Denn

Denn da Sonne und Mond eigentlich nur unter dem heissen Erdgürtel, oder zwischen den Wendekreisen das Wasser des Oceans durch ihre Anziehung erheben, so wird die Ebbe und Fluth immer geringer, je näher man den Polen kommt, in deren Gegenden das Wasser allemal seinen niedrigsten Stand hat. Im mittelländischen Meer ist z. B. diese Meeresveränderung nur an einigen Küsten und innerhalb den Meerbusen zu spüren, davon die Ursache in der Meerenge von Gibraltar zu suchen ist, die dieses große Meer nur durch eine schmale Oeffnung mit dem Abend Ocean verbindet. Das baltische Meer hat aus eben den Gründen, und weil es überdem weiter gegen Norden liegt, fast gar keine Ebbe und Fluth. In der Caspischen See ist wegen ihrer Lage mitten im Lande, und nicht weiten Oberfläche, kaum eine Fluth zu spüren. Uebrigens wird die Größe der Ebbe und Fluth nach der Lage der an den offenen Weltmeeren gränzenden Küsten, der weitern oder engern Mündungen ihrer Häfen, Busen und Flüssen, sehr verschieden bemerkt, worüber sich keine allgemeine Regeln geben lassen. Z. B. an den südlichen Küsten von Bretagne steigt das Wasser zur Zeit der Fluth 17 bis 18 Fuß; hingegen zu St. Malo oft bis zu einer Höhe von 50 Fuß. Dies läßt sich aus der Lage und Gestalt des Canals (la Manche) erklären, welcher gegen Südwesten dem herzufliessenden Wasser des Oceans eine weite Oeffnung darbietet, und da es nicht so geschwinde zwischen Dover und Calais abfliessen kann, sich inzwischen gegen die nordlichen Küsten

von

von Frankreich und südlichen von England anhäuft. An den Küsten von Portugal steigt das Wasser nur 11 bis 12 Fuß, weil dieselben nach ihrer Lage von Süden nach Norden dasselbe nicht sehr aufhalten. Bey den Inseln im freyen Ocean hält sich die Höhe gewöhnlich zwischen 6 und 15 Fuß, denn diese können, vornemlich wenn sie klein sind, eine große Menge Wasser abzufliessen nicht verhindern.

§. 667. Ferner ist nicht allein die Größe, sondern auch die Zeit der eintretenden Fluth nach den unterschiedlichen Lagen oder Vertiefungen der Mündungen der Häfen und Flüsse an den Seeküsten sehr verschieden. Das höchste Wasser trifft in einem jeden Hafen oder Fluß gemeiniglich erst nach der Culmination des Mondes, und zwar mehr oder wenigere Stunden ein. Diese Verspätigung heißt bey den Franzosen l'Etablissement d'un port und wird an einen und demselben Ort ohngefehr allemal gleich groß beobachtet. Wenn daher die Zeit des Durchganges des Mondes durch den Meridian und diese Verspätigung bekannt ist, so ergiebt sich die Zeit, da das Wasser seinen höchsten Stand erreicht. Z. B. zu Brest tritt 3 St. 30′ nach der Culmination des Mondes das höchste Wasser ein; steht nun der Mond an einem gewissen Tage um 10 Uhr Vormittag im Meridian, so muß daselbst um 1 Uhr 30′ Nachmittag die höchste Fluth seyn. Eben so läßt sich dieses für andere Oerter berechnen. Man weiß z. B. daß die Fluth sich bey der Mündung der Loire 3, zu Nantes 8, bey Rochefort $4\frac{1}{2}$, bey St. Malo 6, beym Ausfluß der Seine und zu

Havre

Havre de Grace 9; bey Calais $11\frac{1}{2}$, und bey der Mündung der Themse 12 Stunden verspätigt, so, daß im Ocean schon eine neue Fluth angeht, ehe die vorhergehende bis zu dem letztern Ort gelangt ist. Diese Zeitdauer der Verspätigung wird noch um viele Minuten, nach dem jedesmaligen Stande des Mondes gegen die Sonne veränderlich beobachtet.

Von den bey der Schiffahrt nöthigen astronomischen Kenntnissen.

§. 668.

Der Seefahrer muß nothwendig eines theils den durch vorige Schiffsmethode gefundenen Lauf seines Schiffs durch astronomische Beobachtungen so oft als möglich zu berichtigen suchen, weil so viele bekannte als unbekannte Hindernisse diese Methode nicht selten sehr unsicher machen, und dann die unter einen jeden Erdgürtel veränderlichen Erscheinungen am Himmel kennen. Es sind ihm daher die ersten Gründe der ebenen und sphärischen Trigonometrie; die scheinbaren Abtheilungen der Himmelskugel und ihre Kreise; die Gestirne und deren scheinbare Bewegung; der Lauf und Stand der Planeten und vornemlich des Mondes; die Aufgaben der sphärischen Astronomie; die Lehren der mathematischen Erdbeschreibung; kurz alles, wozu die erstern Abschnitte dieses Buchs Anweisung geben, zu wissen nöthig. Verschiedene hiebey vorfallende Berechnungen werden unterdessen dem Seefahrer durch gewisse in den Schriften von der Schiffahrt vorkom-

mende

mende Tafeln, welche den Auf- und Untergang der Sonne, ihre Morgen- und Abendweite ꝛc. unter allen Polhöhen enthalten, erspart; auch zeigen die jährlich zu Paris, London, Milano, Berlin und Wien herauskommenden Ephemeriden, den Stand der Sonne und des Mondes für einen jeden Tag, ihre Abweichung, Auffsteigung, Culminationszeit, Versinsterungen, Zusammenkünfte oder Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond ꝛc. die Erscheinung der Planeten; Versinsterungen der Jupiterstrabanten ꝛc. im voraus an.

§. 669. Die bey der Schiffahrt am öftersten vorkommenden Aufgaben aus der sphärischen Astronomie sind etwa folgende, deren Auflösung bereits im vierten Abschnitt gezeigt wird. Wie die Theile des Aequators in Zeit zu verwandeln, und von der Sonn- und Sternenzeit von §. 177 bis 185.; die Höhe der Sterne, der Sonne ꝛc. §. 187.; die Polhöhe aus Höhenbeobachtungen der nahe bey den Polen stehenden Sternen, und aus der Mittagshöhe der Sonne §. 188. und 190.; aus bekannter Polhöhe und Abweichung der Sonne den Unterschied ihrer geraden und schiefen Auffsteigung und hieraus die Länge des Tages, oder den Auf- und Untergang der Sonne §. 195. 196. auch eben so beydes für einen Stern; die Amplitudo und das Azimuth der Sonne oder eines Sterns §. 197. *; die Höhe der Sonne über den Horizont §. 198.; die Zeit der Culmination eines Sterns §. 201. Die Stunde des Tages aus Sonnen- und der Nacht aus Sternenhöhen §. 199. 204. u. 205. ꝛc. zu finden.

* Anmerk. Im §. 197. wird nur das Azimuth am Horizont berechnet; steht aber die Sonne nach Fig. 49. übern Horizont in s, so ist AZS oder Hh ihr Azimuth. In dem Dreyeck SPZ ist der Winkel SZP das Complement des Azimuths zu 180°, und dieser Winkel läßt sich aus den drey bekannten Seiten des Dreyecks nach einer ähnlichen Formel wie im §. 199. vorkommt, finden.

Von den Schiffsinstrumenten um Höhen ꝛc. der Sonne und Sterne zu messen.

§. 670.

Die Seequadranten können wegen den beständigen Schwankungen des Schiffs keinen Faden, an den eine Bleykugel hängt, oder ein Pendul haben. Der Steuermann muß daher bey den Ausmessungen der Sonnen und Sternenhöhen den Meerhorizont zur Richtschnur nehmen, wenn ihn nicht die Dunkelheit der Nacht solchen zu sehen verhindert. Die gewöhnlichsten Schiffsinstrumente, um diese Höhen auf der See zu beobachten, sind. Der sogenannte englische Schiffsquadrant, und der hadleysche Reflexionsoctant oder Quadrant.

§. 671. Die 151ste Figur bildet den englischen Schiffsquadranten ab. Er ist, um ihn leichter regieren zu können, aus zween Bögen von ungleichen Halbmessern zusammengesetzt, deren Mittelpunct in C liegt, und die beyde zusammen 90° austragen. Der Bogen M L hat 8 bis 9 Zoll, und der größere D E 18 bis 20 Zoll im Halbmesser, jener faßt etwa 60 und dieser die übrigen 30 Grade des Quadranten. Beym Gebrauch nimmt man

man das Instrument in die Hand, stellt sich mit den Rücken gegen die Sonne, und setzt die Diopter R genau auf den Endpunct eines gewissen Grades. Wenn nun die Sonne durch ein in der Oeffnung bey R gesetztes convexes Glas ihr Bild in C abwirft, so sieht man durch die andere auf D E befindliche Diopter O und verschiebt dieselbe so lange, bis sich durch O und einer Spalte in C der Horizont zeigt; dann liegt folglich O C horizontal und die Summe der Bögen R L und D O = den Winkel SCO giebt die gesuchte scheinbare Höhe der Sonne, die nach S hinaus steht. Auf ähnliche Art wird bey einen Stern, den Mond 2c. verfahren.

§. 672. Das beste Schiffsinstrument zur Ausmessung der Höhen der Himmelskörper über den Horizont, ist der reflectirende Quadrant, Fig. 153. den Hadley Ao. 1731. erfunden. Sein Limbus A B faßt freylich nur 45°, und er heißt daher auch ein Octant; allein diese Grade erhalten, vermittelst der bey diesen Instrument angebrachten Spiegel, einen doppelten Werth, und er ist daher in 90° abgetheilt, so, daß er völlig als ein Quadrant dient. Es ist aus der Catoptrik bekannt, daß, wenn nach Fig. 152. ein Lichtstral S C unter einem gewissen Winkel S C E mit der lothrechten Linie E C auf einen Spiegel A B fällt, dieser Stral auf der andern Seite unter einem gleich großen Winkel E C N wieder zurückprallt. Neigt man nun den Spiegel z. B. an der Seite B um C 4° niederwärts, so ist leicht einzusehen, daß sich sowol der Einfalls- als Reflexionswinkel um eben so viele Grade und demnach

nach der Winkel SCN um 8° vergrößere. Bey einer Erhebung der Seite B um C von 4° würde im Gegentheil SCN um 8° kleiner.

§. 673. Die 153ste Fig. bildet einen hadleyschen Octanten ab, dessen Halbmesser mB gewöhnlich 18 bis 20 Zoll hält. An der Seite HB ist ein kleines Fernrohr O befestigt, ig ist ein kleiner Glasspiegel, senkrecht an der Fläche des Instruments an der Seite HA gesetzt, welcher in der Mitte n keine Folie hat, so, daß man von O aus durch diesen entblößten Theil des Glases den Horizont nach OH sehen kann. Eben dieser Horizont ist zugleich in den übrigen Theil des Spiegels gerade zu beyden Seiten von n noch einmal (aus O betrachtet) zu sehen, indem das Bild desselben von einem andern und größern Spiegel rs, der am Mittelpunct der beweglichen Regel mC, oder des Quadranten befestigt ist, nach der Richtung mn zurückfällt, so bald diese Regel genau auf den ersten Grad der Abtheilung bey B geschoben wird, als in welchem Fall rm mit ig parallel steht, und folglich mL mit der horizontalen Linie OH gleich läuft. Zwischen mL und der unveränderlichen Linie mn liegt das auf rm stehende Perpendicul Em. So bald aber die Regel mC von B nach A z. B. um 12° gerückt wird, so vergrößert sich nach obigen Gründen der Winkel, den vorher das Perpendicul Em des größern Spiegels, mit der Linie mn machte, um 12°, und auf der andern Seite nimmt der Neigungswinkel der Linie mL gegen mE gleichfalls um 12° zu, daher wird die Linie mL sich um

24° gegen eine aus m mit der horizontalen O H parallel gehende Linie neigen.

§. 674. Bey Beobachtung einer Sonnenhöhe auf der offenbaren See, nimmt nun der Seefahrer den Octanten in die Hand, und indem er die Sonne gerade vor sich am Himmel hat, sucht er das Instrument vertical und die Puncte O n in einer horizontalen Lage zu erhalten, damit er durch das Fernrohr O den Horizont H durch die Oeffnung n des kleinen Spiegels sehen könne. Schiebt hierauf die Regel von B so lange fort, bis ihm statt des zweyten von m zurückgeworfenen Bildes vom Horizont das Bild der Sonne durch O betrachtet, genau über der Oeffnung n am Horizont erscheint, so hat inzwischen die Anfangs horizontale Linie m L die Sonne erreicht, oder sich um den Winkel der scheinbaren Sonnenhöhe über den Horizont erhoben, und gesetzt, dies treffe sich zu, wenn die Regel über den Punct C steht, so muß die Anzahl Grade des Bogens B C doppelt genommen, die gesuchte Höhe der Sonne angeben. Wenn das Bild der Sonne in n zu sehr dem Auge in O blendet, so wird zwischen m und n ein gefärbtes Glas angebracht, welches den Glanz vermindert. Die Höhe der Planeten und Fixsterne wird auf eben die Art mit diesen Octanten gefunden, wie wol vornemlich bey Nacht mit mehrerer Schwierigkeit, weil der Horizont alsdann schwer zu erkennen ist, wenn ihn nicht noch das Mondenlicht sichtbar macht. Es trifft sich auch zuweilen, daß gerade der senkrecht unter der Sonne oder einen Stern sich befindliche

Theil des Horizonts von Bergen oder hohen Küsten bedeckt wird; alsdann kann der Schiffer den gerade gegenüber liegenden Theil desselben zur Richtschnur nehmen, weil sich der hadleysche Octant, durch Versetzung des Spiegels i g und des Auges, auch so einrichten läßt, daß man den Himmelskörper den Rücken zuwendend, dennoch auf demselben dessen Höhe findet.

§. 675. Die auf die angezeigte Art gefundene scheinbare Sonnen- oder Sternenhöhe muß hierauf noch wegen der Refraction, und dann auch wegen der Neigung des Meerhorizonts, (dessen sich der Schiffer bedient) unter den scheinbaren oder wahren Horizont verbessert werden. Wie viel wegen der Refraction von einer jeden scheinbaren Höhe abzuziehen ist, um die wahre Höhe zu erhalten, zeigt schon eine im §. 224. vorkommende Tafel. Da auch der Schiffer bey Beobachtungen der Höhe der Sonne, gewöhnlich den einen oder andern Rand derselben mit dem Octanten am Horizont bringt, so muß ihm aus den Ephemeriden der Halbmesser der Sonne bekannt seyn, um die Höhe ihres Mittelpuncts zu finden. Die 154ste Fig. zeigt, was die Neigung des Meerhorizonts auf der See unterm scheinbaren Horizont sey. N M ist ein Theil vom Umfange der Erdkugel, a der Ort wo sich das Schiff befindet, a Z führt zum Zenith, demnach ist H R der scheinbare Horizont über die waagrechte Meeresfläche aus a betrachtet. Nun ist aber der Seefahrer auf dem Verdeck seines Schiffes etwa 15 Fuß über a erhaben, und gesetzt er stehe in n,

so

so wird ihm sich in o Himmel und Erde mit einander zu vereinigen scheinen, folglich die Gesichtslinie des Meerhorizonts n o T, von welchen er anfängt die Höhe zu rechnen, sich wegen der Kugelgestalt der Erde unterhalb den scheinbaren Horizont a R, oder n r unter den Winkel r n T neigen, und diese Neigung nimmt mit der größern Höhe über a zu. Der Seefahrer übersieht also aus n um die Größe dieses Neigungswinkels mehr als 90° vom Zenith bis zum Meerhorizont. Es sey S a R = S n r die scheinbare Höhe der Sonne aus a oder n mit einem jeden andern Quadranten gemessen, wobey man diesen Meerhorizont nicht braucht, so wird aus n der Winkel S n T die Höhe der Sonne mit den hadleyschen Octanten oder englischen Schiffsquadranten gemessen. Daher muß die in verschiedentlichen Höhen über a veränderliche Neigung der Meeresfläche unterm Horizont von der mit diesem Instrument gefundenen scheinbaren Höhe abgezogen werden.

Erhöhung des Auges über die Oberfläche der See.		Neigung der Meeresfläche unterm Horizont.
Franz. Fuß.	Zoll.	Minuten.
0	11	1
3	9	2
8	7	3
15	3	4
23	10	5
34	0	6
46	6	7

Franz. Fuß.	Zoll.	Minuten.
61	0	8
77	0	9
95	0	10
214	0	15

Die Breite oder Polhöhe eines Schiffs auf der See zu finden.

§. 676.

Diese und die Erfindung der Länge auf der See sind die vornehmsten astronomischen Aufgaben, die bey der Schiffahrt vorkommen, und beyde verdienen daher einer besondern Erklärung, zumal da sie auf einem schwankenden Schiffe, zum Theil nach andern Methoden, als auf dem festen Lande, aufgelöset werden müssen. Man weiß, daß sich die geographische Breite eines Orts aus Beobachtung der Höhe des Pols über den Horizont, weil beyde einerley sind, und dann auch, wenn die Abweichung der Sonne und gewisser Sterne als bekannt angenommen werden kann, aus Beobachtungen ihrer Meridianhöhen finden läßt. (§. 188. und 190.) Da sich überhaupt die Höhe aller Himmelskörper kurz vor und nach ihrer Culmination nicht merklich verändert, so wird auf der See der Compaß, wenn dessen Abweichung vom wahren Nordpunct nur einigermaassen bekannt ist, dem Schiffer schon mit hinlänglicher Genauigkeit die Gegend des Meridians nach der Richtung der Linie von Norden nach Süden anzeigen. Die mehresten Seefahrer gebrauchen bey Berechnung der Breite nicht die Höhe eines Sterns,

Sterns, sondern dessen Abstand vom Zenith, oder allemal das Complement seiner beobachteten Höhe. Nach der 41sten Fig. lassen sich die Regeln herleiten, um aus den nord- oder südwärts vom Aequator beobachteten Abstand eines Sterns, oder der Sonne im Meridian vom Zenith, und nachdem die Abweichung nordlich oder südlich ist, die Polhöhe zu finden.

§. 677. Es sey N der Nord- oder Südpol, so ist, wenn der Stern auf der Seite des erhabenen Pols 1) zwischen den Pol N und Horizont R in d im Meridian steht $RN = 180° - (Zd + Ed)$ 2) zwischen den Pol und Zenith in c... $RN = Ac - Zc$. Wenn der Stern an der dem erhabenen Pol entgegengesetzten Seite im Meridian kömmt, und 3) dessen Abweichung und die Breite des Ortes der Beobachtung, entweder beyde zugleich nordlich oder südlich sind, so daß N der Nord- oder Südpol und g der Stern sey $RN = Zg + gA$. 4) Beyde verschiedene Benennungen haben, so, daß die eine nordlich und die andere südlich ist, und es sey RN eine nordliche oder südliche Polhöhe, der Stern stehe in n, so ist $RN = Zn - An$. Die Anwendung dieser Regeln zeigen folgende Beyspiele, wobey noch anzumerken ist, daß, da bey derselben der Abstand vom Zenith vorkömmt, die Refraction und Neigung des Meerhorizonts zu diesem Abstand addirt werden muß.

§. 678. Ein Steuermann findet im stillen Meer diesseits der Linie mit dem englischen Seequadranten am 24. October 1775 zu Mittage, da

er seine Länge beyläufig auf 250°, folglich 110° von der Insel Ferro, oder 130° = 8 St. 40' vom Pariser Meridian gegen Westen schätzt, die scheinbare Höhe des untern Sonnenrandes über dem Meerhorizont 64° 10' 0, und damit dessen Abstand vom Zenith 25° 50' 0. Die südliche Abweichung der Sonne war an diesem Tage nach der Pariser Connoissance des tems um 8 Uhr 40' Abends zu Paris, oder um 12 Uhr Mittags für den Meridian des Schiffs 11° 55', 4 und der Halbmesser der Sonne 16', 1. Er wird hieraus nach der vierten Regel also rechnen:

Scheinbarer Abstand vom Zenith	25° 50', 0
Neigung des Meerhorizonts für eine Erhöhung von 15 Fuß (§. 675.)	+ 4, 0
Refraction für 64° 10' Höhe (§. 224.)	+ 0, 5
Halbmesser der Sonne	— 16, 1
Wahrer Abstand des Mittelpuncts der Sonne vom Zenith	25 38, 4
Südliche Abweichung der Sonne	11 55, 4
Daher die nordliche Breite des Schiffs	13° 43', 0

§. 679. Ein Seefahrer beobachtete Ao. 1775 jenseits der Mittellinie den Abstand des Sirius vom Zenith an der nordlichen Seite des Meridians 34° 13', 0 und die Ephemeriden gaben ihn für dieses Jahr die Abweichung dieses Sterns 16° 24' 6 südlich. Hieraus wird er nach der dritten Regel die Breite seines Schiffs folgendermassen berechnen:

Scheinbarer Abstand vom Zenith	=	34° 13′, 0
Neigung des Meerhorizonts für 15 Fuß Erhöhung	= = =	+ 4, 0
Refraction für 55° 47′, 0 Höhe	=	+ 0, 8
Wahrer Abstand vom Zenith	=	34 17, 8
Südliche Abweichung des Sirius	=	16 24, 6
Südliche Breite des Schiffs	=	50° 42′, 4

Ao. 1775 fand ein Schiffer im nordlichen Ocean die scheinbare Höhe der Capella übern Meerhorizont 9° 16′, 0 und hiernach den Abstand vom Zenith 80° 44′, 0 zu der Zeit da dieser Stern unterm Pol culminirte. Die Abweichung desselben gaben die Tafeln von 45° 44′, 5 nordlich an. Er wird hier nach der ersten Regel also rechnen:

Scheinbarer Abstand vom Zenith	=	80° 44′, 0
Für die Neigung des Meerhorizonts		+ 4, 0
Refraction für 9° 16′, 0 Höhe	=	+ 5, 8
Wahrer Abstand vom Zenith	=	80 53, 8
Nordliche Abweichung der Capella	=	45 44, 5
		126 38, 3
		— 180 0, 0
Daher die nordliche Polhöhe des Schiffs		53° 21′, 7

§. 680. Demnach wird eine einzige beobachtete Meridianhöhe die gesuchte Breite des Schiffs geben. Allein sehr oft können gerade diese Höhen, des trüben Wetters wegen, nicht bemerkt werden, und doch ist die Breite auf der See oftmals nachzusehen von der äußersten Wichtigkeit. Man hat daher dem Schiffer mit den Methoden bekannt ma-

chen müssen, die Breite auch durch Beobachtungen der Sonnen- und Sternenhöhen außer dem Meridian zu finden, wozu die Regeln nicht schwer sind, wenn er dreymal die Höhe kurz vor oder nach der berechneten Culminationszeit nehmen kann. Ich will den leichtesten Fall hersetzen, welcher zutrifft, wenn die Zwischenzeit der Beobachtungen unter sich gleich gewählt werden können. Es sey:

Zeit nach einer Taschenuhr.	Beobachteter Abstand eines Sterns vom Zenith.
11 Uhr 4′ Abends	48° 42′ = a
11 — 21 —	47 12 = b
11 — 38 —	46 18 = c

Von der größten Entfernung a nehme man die mittlere b; der Ueberrest 1° 30′ = 90′ heisse d; ferner ziehe man von a die kleinste c ab, so bleibt 2° 24′ = 144′ übrig = e. Man ziehe hierauf von 4 × d = 360′ e = 144 ab, so bleiben 216′ erster Rest, und hiervon wieder 144′ so bleiben 72′ zwoter Rest. Der erste Rest wird alsdann mit sich selbst multiplicirt, und das Product durch den zweyten Rest viermal genommen dividirt, so ergiebt sich im Quotienten, wie viele Minuten von dem größten Abstand vom Zenith zu subtrahiren sind, um den Meridianabstand zu haben. Demnach

$$\frac{216 \times 216}{4 \times 72} = 162' = 2^\circ\ 42'$$ von 48° 42′ abgezogen, läßt gerade 46° 0′ übrig. Woraus sich, wenn die Abweichung des Sterns bekannt ist, und die gehörigen Verbesserungen des Abstandes wegen der

der Refraction und der Neigung des Meerhorizonts vorgenommen worden, die gesuchte Breite des Schiffs findet.

Beschreibung und Gebrauch einer Projection, nach welcher verschiedene Aufgaben auf der See mechanisch aufgelöset werden können.

§. 681.

Obgleich die Breite auf der See ziemlich leicht zu finden ist, so giebt es doch noch weitläuftigere astronomische Rechnungen, welche Kenntnisse der sphärischen Trigonometrie voraussetzen, und die man den Seefahrer theils zu erleichtern, theils durch vollständig berechnete Tafeln gänzlich zu ersparen gesucht hat, wie schon im §. 668. und 669. bemerkt worden. Zur Erleichterung dieser Rechnungen, und wenn der Schiffer etwa auch jene Tafeln nicht bey der Hand hätte, gehört unter andern die Erfindung einer gewissen Projection, die unter der Benennung: Reductions Rahmen (Chassis de Reduction) bekannt ist. Er kann vermittelst derselben, 1) den Auf- und Untergang der Sonne, ihre Amplitude, Azimuth ꝛc. unter einer jeden Polhöhe, imgleichen die Zeit der Uhr, aus beobachteten Sonnen- und Sternenhöhen, mit Circul und Lineal mechanisch finden. Sie dient auch vornemlich 2) bey Berechnung der Meereslänge, da sie durch verschiedene gezeichnete Maaßstäbe die wegen der Parallaxe und Refraction nöthige Verbesserung des gemessenen scheinbaren Abstandes eines Sterns

vom Monde ꝛc. angiebt. So weit ein bey dieser Projection vorkommender orthographisch eingetheilter Circul zu dem erstern Endzweck dient, ist solcher in der 155sten Figur im Kleinen vorgestellt. Man beschreibt auf einem mit Papier sauber überzogenen Brette einen Kreis von wenigstens 8 Zoll im Halbmesser, welcher den Meridian abbildet, theilt solchen genau in einzelne Grade ein, die wie in der Figur von 10 zu 10° bezeichnet werden, und setzt bey jedem 60sten Grade die Stunden I. II. ꝛc. von A an gerechnet. Zieht einen Durchmesser AB und theilt solchen vom Mittelpunct C aus nach den Sinussen der zunehmenden Bögen ein, oder legt nur ein Lineal an gleiche Grade des obern und untern Halbcirculs, und bemerkt in den Puncten, wo dasselbe den Durchmesser durchschneidet, die nemlichen Grade. AB ist der Horizont und dessen Grade das Azimuth oder die Amplitude. Die Figur ist hiemit fertig, und alle Linien die bey ihren Gebrauch darauf vorkommen müssen, werden nur mit Bleystift gezogen, um sie wieder auslöschen zu können.

§. 682. Den Auf- und Untergang der Sonne nach Fig. 155. auf der See zu finden, wenn bekannt ist, deren Abweichung 14° 2′ und die Polhöhe 42°, beyde nordlich. Hier giebt die Summe der Abweichung und Aequatorhöhe die Mittagshöhe der Sonne über und beyder Unterschied die größte Tiefe der Sonne unterm Horizont, (fallen aber Abweichung und Polhöhe nicht auf einer Seite des Aequators, so wird der Unterschied zwischen beyden

die Mittagshöhe, und ihre Summe die Mitternachtstiefe der Sonne geben), demnach wird 14° 2′ + 48° = 62° 2′ von A aufwärts in r und 48° — 14° 2′ = 33° 58′ von B unterwärts in n bemerkt, und von r nach n eine gerade Linie den Parallelkreis der Sonne vorstellend gezogen; von r zieht man hierauf einen Durchmesser des Circuls r k, dann wird von dem Punct d aus auf r n ein Perpendicul d g gefällt, und die Weite C g von C nach h getragen. Man faßt hierauf die Weite g h mit dem Circul, und trägt solche von o aus bey A auf dem Umkreis zweymal fort, so wie die Stunden auf einander folgen, und indem man die Grade als Zeitminuten betrachtet, finden sich 52 Minuten, welche zu 6 Stunden addirt, weil die Sonne übern Aequator an der Seite des sichtbaren Pols steht, ihren Untergang um 6 Uhr 52′ Abends, und folglich den Aufgang um 5 Uhr 8′ Morgens geben. Die Sonne geht hier im Punct d auf und unter, folglich ist B d = 70½° ihr Azimuth am Horizont, vom nordlichen Meridian herum gezählt, und C d = 19½° ihre Abend= und Morgenweite vom West= oder Ostpunct C nach Norden. Soll aber das Azimuth der Sonne an diesem Tage gefunden werden, wenn ihre beobachtete und verbesserte Höhe, Vor= oder Nachmittag 40° ist, so ziehe man durch diesen Grad der Höhe einen mit dem Horizont gleichlaufenden Almucantharat, und so steht die Sonne in E; man fälle von E ein Perpendicul auf dem Horizont A B herunter, ziehe aus C bis ans Ende des Almucantharats bey 40° eine Linie, welche

das

das Perpendicul in u durchschneidet. Trage alsdann die Weite C u von C aus auf dem Horizont gegen A, selbige fällt in f und giebt das Azimuth der Sonne in dieser Höhe = A f = 72° vom Meridian in Süden an gerechnet. *

* Anmerk. Der Seefahrer ist auch zuweilen mit einem sogenannt Azimuthalquadranten versehen, mit welchen er die Höhe der Sonne, und zugleich ihr Azimuth findet.

Verschiedene Methoden, die Zeit auf der See zu finden, und den Gang einer Uhr zu berichtigen.

§. 683.

Erstlich durch Bemerkung des Auf- und Unterganges der Sonne. Wenn dem Schiffer die Abweichung der Sonne und die Polhöhe seines Schiffs bekannt ist, so kann er entweder, aus den bereits darüber vorhandenen Tafeln der Ascensional-Differenzen ersehen, oder nach der Anweisung §. 195. 196. berechnen, oder nach den vorigen §. vermittelst einer Projection, wie Fig. 155, mechanisch finden, wenn der Mittelpunct der Sonne im wahren Horizont ist. Allein dieser Mittelpunct erscheint uns, wenn er wirklich im Horizont steht, wegen der Refraction um etwa 32 Minuten über demselben, oder die Sonne zeigt sich in diesen Augenblick noch um etwa die Hälfte ihres Durchmessers übern Horizont, auch wird auf einem Schiff die im Horizont stehende Sonne, wegen der Neigung der Meeresfläche, noch etwas höher über den scheinbaren Meerhorizont

Horizont gesehen. Es hält aber schwer, mit blossen Augen genau zu bemerken, wenn der Mittelpunct der Sonne um die Größe der Refraction und Neigung der Meeresfläche übern Meerhorizont erscheint. Der Schiffer giebt daher gewöhnlich nur Achtung, um welche Zeit nach seiner Uhr sich des Abends der oberste Rand der Sonne untern Meerhorizont verbirgt, und des Morgens über demselben wieder zum Vorschein kömmt, wobey noch die Tiefe der Sonne untern wahren Horizont um den Halbmesser der Sonne größer ist. Wie viel der Sonnenrand aus diesen Ursachen, unter einer jeden Polhöhe und bey einer jeden Abweichung, auf dem Meer des Morgens früher und des Abends später unter zu gehen scheint, läßt sich aus folgender Tafel finden, welche angiebt, wie viel Minuten die Sonne (oder ein jeder Stern) braucht, um am Horizont ihre Höhe um einen Grad zu verändern.

Polhöhe.	Grade der Abweichung der Sonne und Sterne.						
	0	9	12	15	18	21	24
0°	4',0	4',0	4',1	4',1	4',2	4',3	4',4
12	4,1	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5
18	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6
24	4,3	4,5	4,5	4,6	4,6	4,7	4,9
30	4,6	4,7	4,7	4,8	4,9	5,1	5,2
36	4,9	5,1	5,1	5,2	5,3	5,5	5,8
39	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,8	6,1
42	5,4	5,5	5,6	5,7	5,9	6,2	6,5
45	5,7	5,8	5,9	6,1	6,3	6,6	6,9
48	6,0	6,1	6,3	6,5	6,7	7,1	7,6
51	6,3	6,6	6,7	7,0	7,3	7,8	8,4
54	6,8	7,1	7,3	7,6	8,0	8,6	9,4
57	7,3	7,7	8,0	8,4	9,0	9,8	10,9
60	8,0	8,5	8,8	9,3	10,1	11,6	14,0

§. 684. Gesetzt nun, ein Schiffer sieht unter der nordlichen Polhöhe von 42° an einem Tage, da die Abweichung der Sonne 18° nordlich war, den obern Rand derselben nach einer Taschenuhr, des Abends um 7 Uhr 19′,6 untern Meerhorizont gehen, und verlangt hiernach die wahre Zeit der Beobachtung? Die Tafeln der Ascensional-Differenzen, oder eine Rechnung, oder eine Zeichnung, wie Fig. 155, zeigen, daß der Mittelpunct der Sonne unter dieser Polhöhe und Abweichung untergehe, oder im wahren Horizont sey um 7 Uhr 8′,0

Wenn aber der obere Sonnenrand sich untern Meerhorizont verbirgt, so steht bereits deren Mittelpunct, wenn der Beobachter 15 Fuß über die Meeresfläche erhaben ist:

Wegen ihrer Neigung	=	4	Min.
= der Refraction	=	32	=
= des Halbmessers der ☉		16	=
also um		52	Min.

unter dem scheinbaren Meerhorizont tief. Die vorige Tafel zeigt nun an, daß die Sonne in diesem Fall 5′,9 Zeit gebraucht, um ihre Höhe einen Grad zu verändern, und daher 52 Min. in 5′,1 niedersteige, diese zum wahren Untergang addirt 5′,1

kömt die Zeit d. Beobachtung auf d. Schiff 7 Uhr 13′,1
die Uhr zeigte = = 7 — 19′,6

und eilte demnach der wahren Sonnenzeit vor um = = = = 6′,5

Wenn

Wenn der Seefahrer die Abweichung seiner Uhr aus Bemerkung, wenn der obere Rand der Sonne des Morgens übern Meerhorizont aufgeht, finden will, so ist die Rechnung von der vorigen nur darin verschieden, daß die Anzahl Minuten, welche die Sonne nach voriger Tafel anwendet, um sich 52 Minuten zu erheben, von der wahren Zeit des Aufganges ihres Mittelpuncts zu subtrahiren sind. Diese, dem Schiffer sonst am leichtesten auszuübende Methode, kann unterdessen, wegen der nicht zu allen Zeiten und unter allen Erdgürteln gleich großen horizontalen Stralenbrechung, etwas unzuverlässig werden.

§. 685. Zweytens läßt sich, durch Ausmessung einer Höhe der Sonne oder eines Sterns, die wahre Sonnenzeit auf einem Schiff finden. Diese Methode ist genauer, wie die vorige, und auch nicht schwer, wenn der Schiffer nur einigermaassen darin geübt ist, indem er statt einer trigonometrischen Rechnung wie §. 199. vorschreibt, das verlangte vermittelst des Reductionsrahmen, oder eines Entwurfs wie Fig. 155, mechanisch finden kann. Ich will z. B. setzen: Ein Seefahrer findet in den nordlichen Gegenden des stillen Meeres am 27sten April 1775, des Nachmittags, untern 42° nordlicher Breite, und beyläufig geschätzten westlichen Länge von Paris 160° = 10 St. 40′ mit den hadleyschen Octanten, den wahren und verbesserten Abstaud des untern Sonnenrandes vom Zenith 50° 15′, 9, damit war der Abstand des Mittelpuncts der Sonne vom Zenith gerade 50°, oder

oder ihre Höhe übern Horizont 40°, als die Taschenuhr auf dem Schiff 3 Uhr 21',0 zeigte; und hieraus soll die wahre Sonnenzeit und die Abweichung der Uhr gefunden werden. Nach der Connoissance des tems ist zu Paris, wo man etwa 10 St. 40' mehr, als auf dem Schiff zählt, also um 2 Uhr 1' Morgens, den 28. April die nordliche Abweichung der Sonne 14° 2', welche nun für den Ort des Schiffs gilt. Hieraus ergiebt sich nach §. 683. (wo gleiche Data vorkommen), daß die Mittagshöhe der Sonne 62° 2', und ihre Mitternachtstiefe 33° 58' sey. Jene bemerkt in Fig. 155 der Punct r, und diese der Punct n. Man ziehe r n zusammen, und durch C den Durchmesser r C k, imgleichen durch den 40sten Grad der Sonnenhöhe einen Almucantharat, und wo dieser in E den Parallelkreis r n durchschneidet, richte man auf r n das Perpendicul E T auf. Trage C T von C bis Ż, fasse mit dem Circul die Weite Z T, und trage solche von o bey A aus, weil T übern Horizont fällt, gegen die Ordnung der Stunden, zweymal am Umkreise fort, so trift selbige im Punct L auf 3 St. 14' Abstand der Sonne vom Meridian. Es war also zur Zeit der Beobachtung nach der Sonne um 3 Uhr 14' Nachmittag, da aber die Uhr 3 Uhr 21' zeigte, so ging selbige 7 Minuten zu geschwinde.

Anmerk. Wenn der Punct T untern Horizont fällt, so wird die Weite Z T zweymal von o bey A aus, nach der Ordnung der Stunden, herum getragen, und die also gefundene Zeit zu 6 Stunden addirt, giebt den Abstand der Sonne vom Meridian.

§. 686.

§. 686. Auf eben die Art läßt sich auch, vermittelst des Reductionsrahmen, unter einer bekannten Polhöhe, die Zeit des Nachts, aus Beobachtung der Höhe eines Sterns, finden, wenn dessen Abweichung aus den Sternverzeichnissen und Culminationszeit, zufolge der Anweisung im §. 201, bekannt ist. Die Projection bringt hiernach den Abstand des Sterns vom Meridian zur Zeit der Beobachtung heraus, den Tag zu 24 Stunden gerechnet. Da aber die Sterne schon in 23 St. 56′ mittlere Sonnenzeit ihren Umlauf vollenden, so muß jener Abstand nach der 24stündlichen Bewegung der Sonne in der geraden Aufsteigung für diese Zeitdauer vermindert werden, und dann erhält man den wahren Abstand des Sterns in Sonnenzeit, welcher zu der Culminationszeit hinzu addirt, oder davon abgezogen, die Zeit der Uhr auf der See giebt. Bey dieser Methode ist, zu mehrerer Genauigkeit, noch die Vorsicht zu gebrauchen, daß man einen Stern wähle, der dem Meridian so wenig, als Horizont nahe stehe, weil im ersten Falle seine Höhe sich wenig verändert, und im zweyten die Stralenbrechung daselbst nicht immer gleich groß ist. Eben das ist auch bey der Sonne zu merken.

§. 687. Die dritte Methode, auf der See die Zeit zu finden, ist durch gleich große Vor- und Nachmittag genommene Sonnenhöhen. Wenn man des Vormittags ohngefehr um 9 Uhr die Höhe der Sonne mit dem Reflectionsoctanten gemessen, (die Höhe selbst braucht nicht bekannt zu seyn) so

 be-

befestigt man die Regel, und bemerkt in dem Augenblick, was eine gute Uhr auf dem Schiff zeigt. Hierauf giebt man des Nachmittags Achtung, was es nach eben der Uhr ist, wenn die Sonne eine gleiche Höhe erreicht. Das Mittel aus beyden Zeiten, oder die halbe Summe der Stunden, die von der zunächst vorhergehenden Mitternacht verflossen sind, giebt an, was diese Uhr im wahren Mittag gezeigt. Z. B. des Vormittags war es an der Uhr bey der Beobachtung = 9 Uhr 45′, und des Nachmittags 2 Uhr 23′, oder 14 — 23′

2) 24 — 8′

Zeit des wahren Mittags nach der Uhr 12 Uhr 4′

welche demnach um 4 Minuten der Sonne voreilte. Den andern Tag wird ein gleicher Versuch angestellt, wenn die Witterung es erlaubt, ob die Uhr ihren Gang gleichförmig behalte. Es ist aber hiebey noch zu merken, daß, wenn sich die Abweichung der Sonne in 24 Stunden merklich ändert, wie im März und September geschieht, und wenn überdem das Schiff in der Zwischenzeit der Beobachtungen um viele Meilen fortgeseegelt ist, die Sonne in gleichen Vor- und Nachmittagsstunden nicht gleich hoch stehe, so, daß der Seefahrer zu mehrerer Genauigkeit, noch hierüber Rechnung zu halten hat. Endlich können noch viertens: Die Sonnen- Mond- und Sternenuhren, deren Beschreibung in der Gnomonik vorkömmt, auf der See dienen, die Zeit bey Tage und Nacht zu finden. Die beyden ersten sind wol anders schwerlich

zu

zu gebrauchen, als wenn das Schiff vor Anker liegt, oder bey einer Windstille sich unmerklich bewegt; letztere aber werden auch beym seegeln des Schiffs, in heitern gestirnten Nächten, vermittelst des Polarsterns, und den Sternen des großen oder kleinen Bären, diesseits der Linie, die Stunde der Nacht zu finden, brauchbar seyn.

Von der Länge auf der See, und verschiedene Methoden dieselbe zu finden.

§. 688.

Die große Wichtigkeit dieser berühmten Aufgabe, und die sehr ansehnlichen Preise, welche die englische Nation auf die beste Auflösung derselben gesetzt, hat den Astronomen und Künstlern aufgemuntert, mit gemeinschaftlichem Fleisse daran zu arbeiten. Es sind hiernach verschiedene zur Erfindung der Meereslänge dienliche Methoden vorgeschlagen, und auch einige bisher auf dem festen Lande gewöhnliche auf der See anwendbarer gemacht worden; allein man muß überhaupt gestehen, daß noch keine allen hiebey vorkommenden Bedingungen ein völliges Genüge leistet.

§. 689. Die ganze Auflösung dieser Preisaufgabe besteht in folgenden: Wenn der Seefahrer durch eine astronomische Beobachtung die Zeit des Meridians weiß, unter welchen sich sein Schiff auf der offenbaren See befindet, zu erfahren, wie viel im gleichen Augenblick die Uhr an einem andern Orte sey, dessen Länge als genau bekannt

angenommen werden kann. Weil auf 24 Stunden alle 360° der Länge gehen, und die Sonne vom Morgen gegen Abend in dieser Zeit scheinbar den ganzen Himmel umläuft, so muß folglich ein Ort der z. B. eine Stunde weniger als ein anderer zählt, um 15° westwärts liegen (§. 281 = 284.) und daher würde der Seefahrer unmittelbar und ohne weitere Untersuchung die Meereslänge finden können, wenn eine Uhr so vollkommen zu verfertigen wäre, daß ihr Gang sich während einer langen Seereise von vielen Monaten nicht merklich veränderte. Denn wenn man diese Uhr bey der Abreise des Schiffs aus einen Hafen, auf die wahre Zeit desselben stellte, so würde sie auf der See an allen Orten, wo das Schiff hinkömmt, beständig die Zeit jenes nach seiner Länge bekannten Hafens richtig anzeigen. Fände dann der Schiffer nach eine der vorigen Methoden, was die Uhr auf seinem Schiffe sey, so würde der Zeitunterschied beyder Uhren sehr leicht auf die Berechnung der Länge des Schiffs, oder dessen Entfernung vom ersten Meridian, führen.

§. 690. Ich setze z. B. ein Steuermann hat bey seiner Abreise aus London eine dergleichen Seeuhr nach dem Meridian dieser Stadt richtig gestellt, und findet nun auf der See, an einem Ort, dessen Breite ihm bekannt ist, durch die aufgehende Sonne, oder einer Höhenmessung derselben, daß es auf seinem Schiff um 5 Uhr 18 Minuten Morgens sey.

Seine

Seine mitgenommene Seeuhr aber
zeigte in selbigem Augenblick, daß
London schon = = 9 Uhr 12′ zähle,

so wäre der Zeitunterschied = 3 St. 54′. Da nun auf jede 4 Minuten Zeit ein Grad der Länge geht, so tragen 3 St. 54′ = 234′ .... 58° 30′ aus, um welche das Schiff, da es weniger zählt, vom Londner Meridian gegen Westen sich befindet. Es ist aber die Länge von London 17° 35′
+ 360 0

377 35

Entfern. des Schiffs westlich — 58 30

Folglich die Länge des Schiffs = 319 5

Da nun der Schiffer auch die Polhöhe oder Breite seines Schiffs weiß, so kann er dessen Ort in den Seecharten richtig eintragen. Wäre diese Breite z. B. 40° nördlich, so müßte er sich nahe bey den Küsten von Maryland in Nordamerica, und wäre sie 55° südlich in der Gegend der magellanischen Strasse befinden.

§. 691. Allein eine solche vollkommene Uhr, deren Gang bey allen Schwankungen des Schiffs, wenigstens in einigen Monaten, gleichförmig bliebe, haben die größten Künstler nicht zu Stande bringen können. Der berühmte englische Uhrmacher Harrison überreichte Ao. 1762 der über die Untersuchung der Meereslänge vom Parlament gesetzten Commission, seine neue Seeuhr, die er Zeitmesser nannte, und allen Erfordernissen ein Genüge leisten sollte. Der erste Versuch, welcher mit derselben

zur See gemacht wurde, fiel so glücklich aus, daß Harrison 10000 Pfund Sterling, als die erste Hälfte des Preises, würklich erhielte; als aber nachher Maskelyne, der Königl. Astronom zu Greenwich, diese Uhr auf einer Seereise von 6 Wochen, zur weitern Untersuchung mitnahm, fand er solche Unrichtigkeiten in ihrem Gange, daß sie die Länge bis auf einen ganzen Grad unbestimmt ließ. Es waren aber durch eine bereits unter der Königin Anna publicirte Parlamentsacte, demjenigen 20000 Pfund Sterling versprochen, der die Meereslänge bis auf einen halben Grad zu finden Mittel angeben könnte, und so wurde dem Harrison die andere Hälfte des Preises versagt. Berthoud und le Roy in Frankreich, haben sich mit gleichem Eifer auf die Verfertigung vollkommener Seeuhren gelegt, die von der französischen Academie approbirt, und wegen ihrer einfachern Zusammensetzung, auch weil die damit angestellten Versuche sehr gut ausgefallen sind, den harrisonschen fast den Vorzug streitig machen.

§. 692. So brauchbar aber auch eine dergleichen Seeuhr, bey der richtigen Bestimmung der Meereslänge immer seyn mag, so ist es doch gefährlich, die Wohlfahrt der Seefahrer einer solchen, schon auf dem festen Lande, geschweige denn auf einem Schiff mancherley Zufällen unterworfenen Maschine gänzlich und allein anzuvertrauen, deren geringste tägliche Abweichung auf langen Seereisen einen sich anhäufenden schädlichen Irrthum zuwege bringen kann. Denn gesetzt, die Uhr wiche, wegen

gen der von Wind und Wellen erregten beständigen Schwankung des Schiffes und der ungleichen Temperatur der Luft, unter verschiedenen Himmelsstrichen, nur nach 24 Stunden um 6 Secunden ab, so würde der Fehler nach einer Reise von 3 Monaten 9 Minuten austragen, und über zwey Grad Unrichtigkeit in der Länge hervorbringen. Man ist deswegen wieder auf andere Vorschläge zurückgekommen, die auch schon zum Theil bekannt und im Gebrauch waren.

§. 693. Da man anjezt mehr wie jemals den Lauf der Himmelskörper genau kennt, so bieten die astronomischen Jahrbücher oder Ephemeriden, welche die jährlichen Himmelsbegebenheiten umständlich im voraus berechnet enthalten, mannigfaltige Gelegenheit, zur Erfindung der Meereslänge, dar. Bey einigen wird blos der auf der See beobachtete Zeitunterschied der Erscheinung derselben, geradehin die Entfernung des Schiffs von einem der bekannten Meridiane, für welchen diese Ephemeriden berechnet worden, angeben, bey andern kommt man durch eine, wiewol umständlichere Berechnung, gleichfalls zu diesem Zweck. Allein die mehresten Himmelsbegebenheiten lassen sich nur durch Fernröhre genau beobachten, welche auf der See, zumal wenn sie lang seyn müssen, wegen der beständigen Bewegung des Schiffes, sehr schwer anzubringen sind, wiewol erst seit nicht langer Zeit Dollond viel kürzere, und doch eben so stark als die gemeinen, vergrössernde achromatische Fernröhre erfunden, und Irwin (beyde in England) einen sogenannten See-

stuhl ausgedacht, welcher im Schiff dergestalt aufgehängt wird, daß der darauf sitzende Beobachter wenig von den Schwankungen des Schiffes empfindet, und bey einiger Uebung den zu beobachtenden Himmelskörper, wie auf dem festen Lande, in seinem Fernrohr ruhig erhalten kann, durch welche nützliche Erfindungen die Beobachtung der zur Erfindung der Meereslänge brauchbaren Himmelsbegebenheiten, als Sonnen- und Mondfinsternisse; Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde; Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, auf der See erleichtert worden.

§. 694. Eine Sonnenfinsterniß stellt sich aber für einen gewissen Ort der Beobachtung nur selten ein, und selbst, auch wenn sie auf der See genau beobachtet worden, erfordert doch die Parallaxe des Mondes eine so weitläuftige Rechnung, um daraus mit Beyhülfe der Ephemeriden, die die Erscheinung derselben für einen bekannten Meridian angeben, die Länge des Schiffs zu finden, die man auch einem geschickten Seefahrer schwerlich zumuthen darf. Die Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde geschehen auch nicht so häufig als man erwarten sollte, (§. 569.) sie sind vornemlich, wenn der Mond stark erleuchtet wird, nur durch Fernröhre sichtbar, und die dabey vorkommenden Rechnungen zur Erfindung der Länge, sind eben so beschwerlich, als die bey den Sonnenfinsternissen.

§. 695. Die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten sind ungemein brauchbar, auf dem festen Lande den Meridianunterschied der Oerter zu finden, und

und seit ihrer Entdeckung sind die Längen vieler Städte berichtigt und überhaupt unsere Land- und Seecharten sehr verbessert worden. Der Ein- und Austritt derselben, in und aus dem Schatten des Jupiters, wird für alle Erdbewohner in gleichen Augenblicken, und nur nach dem Unterschiede ihrer Meridiane, in verschiedenen Stunden gesehen. Diese Verfinsterungen lassen sich oft bemerken, indem monatlich unterschiedliche über dem Horizont sichtbar einfallen. Auf einem fortseegelnden Schiffe macht es aber Schwierigkeit, dergleichen Beobachtungen genau anzustellen, weil Jupiter, wegen den Schwankungen des Schiffs in steriger Bewegung erscheint, wenn diese nicht durch die vorhin erwehnte Erfindungen von Dollond und Irwin abgeholfen, oder wenigstens gemässigt wird. Gesetzt nun, bey dieser Veranstaltung beobachtete der Seefahrer einen Eintritt des ersten Trabanten um 9 Uhr 28′ Abends, nach der Uhr seines Schiffes; die französischen Ephemeriden zeigen ihm, daß an demselben Abend dieser Eintritt zu Paris um 6 Uhr 16′ geschehen, so weiß er sogleich hieraus, daß er 3 St. 12′ = 48° vom Pariser Meridian ostwärts entfernt seyn müsse, und da Paris untern 20° der Länge gesetzt wird, so ist die Länge seines Schiffs 68°.

§. 696. Die Mondfinsternisse geben auch ein sicheres Mittel an die Hand, um die Länge auf der See zu finden. Die Erscheinungen derselben treffen für alle Erdbewohner, in gleichen Augenblicken ein, ob selbige gleich alsdann verschiedene Stunden zählen. Der auf der See bemerkte Zeitunterschied

 beym

beym Eintritt des Mondes im Erdschatten, zwischen der Uhr des Schiffs und der Zeit, welche die französischen oder englischen Ephemeriden, nach dem Pariser oder Londner Meridian für eben diesen Eintritt ansetzen, giebt unmittelbar die Entfernung des Schiffs von einen dieser bekannten Meridiane, und folglich dessen Länge. Zudem lassen sich auch die Mondfinsternisse mit blossen Augen, bis auf etwa zwey Minuten, genau beobachten, so daß der Seefahrer allenfalls die Fernröhren dabey entbehren, und sich dennoch versichert halten kann, mit Zuziehung der Ephemeriden, die Meereslänge bis auf einen Grad gefunden zu haben, in deren Schätzung er oft bey großen Seereisen, und wenn das Schiff einigemal durch Stürme verschlagen worden, um verschiedene fehlen kann. Allein, es ist Schade, daß diese Himmelsbegebenheiten gewöhnlich nur von 6 zu 6 Monaten einfallen, und das es Jahre giebt, worin sich gar keine Finsternisse am Monde ereignen.

§. 697. Da nun die Sternkunde außer den bisher erzählten, keine augenblickliche Erscheinungen, die auch zugleich oft genug vorfallen, zur Erfindung der Meereslänge darbietet, so haben die Astronomen endlich vorgeschlagen, den Lauf des Mondes selbst, oder dessen Abstände von der Sonne oder bekannten Fixsternen, die in einer jeden heitern Nacht, ausgenommen kurz vor und nach dem Neumond, beobachtet werden können, dazu zu gebrauchen. Denn, nachdem seit einigen 20 Jahren die Mondtafeln, durch Mayers Bemühungen

gen (§. 515.) zu so großer Vollkommenheit gebracht worden, daß sie den Ort des Mondes, für eine jede Zeit, mit einer hiezu erforderlichen Genauigkeit angeben, konnten die Sternkundigen diesen Entschluß fassen. Mayers Mondtafeln wurden auch von der englischen Commission approbirt, und seine Erben erhielten eine Belohnung von 3000 Pfund Sterling. Seitdem wird diese Methode, nemlich die Meereslänge durch eine Ausmessung des Abstandes des Mondes von einem Fixstern, dessen Länge und Breite bekannt ist, zu finden, für die genaueste und sicherste unter allen gehalten, von deren Richtigkeit sich auch unter andern Maskelyne, auf seiner Seereise durch die Erfahrung überzeugt hat.

§. 698. Zur Ausübung dieser Methode auf der See wird erfordert, das erstlich: dem Seefahrer die dazu nöthigen Mondberechnungen im voraus bekannt gemacht worden. Diese Rechnungen enthält der seit 1767 in London jährlich herauskommende Nautical-Almanac, oder Schiffscalender, in welchen, außer dem Lauf der Sonne, des Mondes, der Planeten rc. in einem jeden Monat auf vier Seiten, für einem jeden Tage, der wahre, oder aus dem Mittelpunct der Erde erscheinende westliche oder östliche Abstand des Mittelpuncts vom Monde, von der Sonne, oder einigen der hellsten Fixsternen * von 3 zu 3 Stunden, unter dem Meridian zu Greenwich, angesetzt ist. Diese Tafeln des englischen Schiffscalenders sind auch seit 1774, auf den Pariser Meridian reducirt, der Connoissance des tems beygefügt.

* Anmerk. In einem jeden Monat kommen gewöhnlich 7 bis 8 in demselben sichtbare Sterne vor und überhaupt finde ich im Nautical-Almanac die Berechnung des Abstandes des Mondes für folgende Sterne: Markab, der helle vorn am Kopf des Widders, Aldebaran, Pollux, Regulus, Spica, Antares, Fomahand, Athair, der südliche an den Hörnern des Steinbocks.

§. 699. Dann muß der Seefahrer zweytens mit dem hadleyschen Octanten auf der See, den scheinbaren Abstand, oder den Bogen des größten Kreises der Himmelskugel, zwischen Mond und Sonne bey Tage, oder zwischen demjenigen Stern, der im Schiffscalender für den Tag der Beobachtung vorkömmt, und dem erleuchteten Mondrande bey Nacht ausmessen, und während der Zeit der einen oder andern Ausmessung, zugleich die Höhe, sowol des Mondes als des Sterns, oder der Sonne über dem Horizont, suchen. Die Breite des Orts, wo sich das Schiff befindet, wird hiebey als bekannt vorausgesetzt, auch muß der Schiffer dessen Entfernung vom Greenwicher oder Pariser Meridian beyläufig schätzen können. Wenn nach den Umständen der Abstand eines Sterns vom Monde, während der Morgen- oder Abenddämmerung, zu beobachten ist, so ist der bey der Höhenmessung zu gebrauchende Meerhorizont ohne Schwierigkeit zu erkennen; trifft sich solches aber mitten in der Nacht, so wird derselbe vom Mondschein sichtbar gemacht.

Anmerk. Der scheinbare Abstand des Sterns wird allemal vom erleuchteten Mondrande genommen, weil der Mittelpunct des Mondes oft nicht sichtbar ist; vermittelst den, aus den

Ephe-

Ephemeriden bekannten Halbmesser des Mondes, läßt sich alsdann leicht finden, wie groß dieser Abstand vom Mittelpunct sey.

§. 700. **Drittens** ist es nothwendig, daß der Schiffer die wahre und richtige Sonnenzeit, welche man unter dem Meridian seines Schiffs, im Augenblick der Abstände und Höhenmessung zählt, durch eine oder die andere vorher (§. 684 = 688.) beschriebene astronomische Beobachtungen wisse; und dann hat er **viertens** eine Reduction vorzunehmen, nach welcher das, was die Refraction des Mondes und Sterns, imgleichen die Höhenparallaxe des erstern zwischen den beobachteten scheinbaren, und den aus dem Mittelpunct erscheinenden wahren Abstand ändert, in Rechnung gezogen wird; und hierdurch erhält er für die Zeit der Beobachtung untern Meridian des Schiffs, dem wahren Abstand des Sterns vom Mond, welcher mit den im Nautical-Almanac, oder der Connoissance des tems für den Greenwicher oder Pariser Meridian angesetzten verglichen, den Unterschied der Meridiane und damit die Länge des Schiffs auf dem Meer herausbringt.

§. 701. Diese Reduction wird entweder mechanisch, das heißt: mit Circul und Lineal auf den oben angezeigten **Reductions = Rahmen** vorgenommen, wozu die Regeln in den neuern Schriften von der Schiffahrt, als unter andern: In Bouguer Traité de Navigation vorgeschrieben werden, auf die ich mich hier, Kürze halber, beziehen muß. Oder die, wegen der Refraction und Parallaxe nothwendige Reduction des scheinbaren Abstandes

auf

auf den wahren, wird trigonometrisch berechnet. Da aber dergleichen Rechnungen für dem Seefahrer zu schwer seyn möchten, und er überdem bereits eine nicht geringe Geschicklichkeit besitzen muß, um die Aufgabe der Meereslänge mechanisch aufzulösen, so hat die englische Commission vor wenig Jahren sehr vollständige Hülfstafeln besorgt, wodurch diese Reduction ungemein erleichtert und abgekürzt wird, und man versichert, ein Seefahrer könne, nach der geschmeidigen Einrichtung dieser Tafeln, die Meereslänge in einer halben Stunde, bis auf einen halben Grad, genau ausrechnen, wenn er auch allenfalls nichts weiteres, als einen Abstand zu messen versteht, addiren und subtrahiren kann. Demnach wäre der Seefahrer vornemlich dazu anzuführen, sich eine Fertigkeit in Ausübung der Vorschriften dieser Tafeln und der astronomischen Beobachtungen, die selbige voraussetzen, zu erwerben, auch überhaupt die verschiedenen Wege, welche ihm der Lauf des Himmels zur Auflösung der Meereslänge darbietet, sich auf der See allemal bestmöglichst zu Nutze zu machen.

§. 702. Ich muß noch anzeigen, daß Halley den Vorschlag gethan, auch aus der Abweichung der Magnetnadel die Meereslänge zu finden. Dies wäre auch unter folgenden Bedingungen möglich, wenn nemlich der Schiffahrer 1) eine solche Charte bey der Hand hätte, worauf die Linien, unter welchen die Magnetnadel eine gleiche Abweichung hat, über die ganze Erdfläche gezogen wären, und 2) zugleich wüßte, wie und nach welchem Gesetze sich die

die Lage derselben mit der Zeit veränderte, denn so würde bey einer auf der See beobachteten Polhöhe und Abweichung der Nadel, die Länge des Schiffs auf der Charte zu finden seyn. Nun fehlt es freylich nicht an dergleichen Charten, wovon schon oben (§. 638.) geredet worden; allein die Veränderungen der magnetischen Linien sind noch unbekannt. Diese Methode würde auch überdem die Meereslänge in den Gegenden sehr unsicher herausbringen, wo sich jene Linien mit dem Meridian unter rechte Winkel neigen.



Dreyzehnter Abschnitt.

Von der Gnomonik oder Sonnenuhrkunst.

Allgemeine Vorstellung dieser Wissenschaft.

§. 703.

Der scheinbare tägliche Umlauf des Himmels, und besonders der Sonne, ist für alle Bewohner der Erde der Grund ihrer Zeitabtheilungen, und man ist schon sehr frühe darauf verfallen, an der daher entstehenden veränderlichen Lage des Schattens, den alle Körper vom Sonnenlichte und der Sonne gerade gegen über abwerfen, die einzelnen Theile des Tages als Stunden ꝛc. zu bemerken. Die Gnomonik lehrt, wie auf horizontalen, verticalen,

ticalen und schiefliegenden Flächen Sonnenuhren zu verzeichnen sind, die durch den Fortgang des Schattens von einem aufgerichteten Zeiger, an gewisse gezogene Linien die Stunde angeben. Da aber der scheinbare Lauf der Sonne unter allen Polhöhen nicht auf eine gleiche Art in die Augen fällt, so werden bey den Zeichnungen einer Sonnenuhr, außer den astronomischen auch geographische Kenntnisse vorausgesetzt, und die Geometrie lehrt alsdann die Regeln ihrer Entwerfung nach allen vorkommenden Fällen.

§. 704. Denen Alten waren die Sonnenweiser ohnstreitig unentbehrlicher, als uns, indem die Kunst seitdem mechanische Uhren erfunden, die sowol bey Tage als bey Nacht die Stunden zeigen; statt daß die Sonnenuhren nur die Tageszeit, und wegen des oftmaligen trüben Himmels, nur selten bemerken, wiewol man auch für die Nacht Mond- und Sternenuhren entwirft. Unterdessen, da unsere Taschen- und Pendeluhren, vorausgesetzt, daß sie sonst einen richtigen und gleichförmigen Gang haben, nur die mittlere Zeit weisen können (§. 180.) welche so wenig im gemeinen Leben, als in der Sternkunde gebraucht wird, so müssen wir den Gang dieser Uhren durch Sonnenuhren, die richtig gestellt und entworfen, allemal nach dem wahren Lauf der Sonne, die wahre oder bürgerliche Zeit anzeigen, von Zeit zu Zeit berichtigen. Selbst der Astronom ist hiezu genöthigt, wobey er sich aber gemeiniglich nur einer Mittagslinie bedient, die nach astronomischen Beobachtungen zu mehrerer Genauig-

nauigkeit in einer größern Länge, als auf den Sonnenweisern anzubringen ist, gezogen worden, wobey die Bemerkung des Augenblicks, da der Schatten auf diese Mittagslinie fällt, die Zeit des wahren Mittags giebt.

§. 705. Die Gnomonik wird dadurch ziemlich weitläuftig, daß 1) die gewöhnlich angebrachten Sonnenweiser nur für diejenige Polhöhe oder Breite gelten, für welchen die Uhr verfertigt worden, und daß demnach eine andere Breite einen veränderten Entwurf der Linien der Sonnenuhr und der Gestalt oder Lage ihres Zeigers erfordert. Wiewol man auch sehr einfache für alle Polhöhen brauchbare Sonnenuhren hat, auch verschiedene sinnreiche Methoden zur Verfertigung sogenannter Universaluhren bekannt sind. 2) Daß diese Sonnenweiser auf allerley sich gegen den Horizont und Verticalkreis neigenden und abweichenden Flächen, und in verschiedentlichen Lagen anzubringen sind. In einer vollständigen Anleitung zur Sonnenuhrkunst kommen daher eine große Menge Beschreibungen von allerley künstlichen Einrichtungen der Sonnenuhren für alle Fälle, und verschiedene zu ihrer Zeichnung nöthige Instrumente vor. Ich werde mich aber hier nur auf ganz allgemeine Vorstellungen der Sonnenuhrwissenschaft einlassen können.

§. 706. Den richtigen Gebrauch der Sonnenuhren haben wir der großen Entfernung der Sonne von der Erde zu danken, die hiebey als unendlich angenommen wird. Der Mittelpunct einer Sonnenuhr wird im Mittelpunct des scheinbaren kreis-

 förmi-

förmigen Umlaufs der Sonne gesetzt, welcher aber eigentlich der Mittelpunct der Erde ist. Der Zeiger vieler Sonnenuhren hat die Lage der Erdaxe, und man kann ohne Fehler setzen, der Umlauf der Sonne geschehe um diesen Zeiger, wie er wirklich um jene Axe vor sich geht. Wenn aber der Halbmesser der Erde gegen den Abstand der Sonne ein merklicheres Verhältniß hätte, so würde die Verfertigung einer Sonnenuhr noch mehr Schwierigkeiten machen, und viel weitläuftigere Regeln erfordern. Demnach legt eine, nach unserer Voraussetzung gezeichnete Sonnenuhr, durch ihren richtigen Gang einen augenscheinlichen Beweis von der erstaunlichen Entfernung der Sonne von uns ab.

Einige Methoden, um eine Mittagslinie auf einer Ebene zu ziehen.

§. 707.

Um eine Sonnenuhr richtig zu stellen, muß ihre Zwölfte= oder Mittagsstundenlinie in der Fläche des Meridians gebracht werden, und daher ist es nothwendig die Richtung dieser Fläche, oder die sogenannte Mittagslinie vorher zu finden. Eine Boussole würde freylich gerade hin die Mittagslinie anweisen, wenn die Abweichung der Magnetnadel von dem Punct Norden oder Süden allemal genau bekannt wäre, und man sich zugleich von der Größe, Bearbeitung und genugsam mitgetheilten magnetischen Kraft der Nadel selbst die größte Vollkommenheit versprechen könnte.

§. 708. Die Astronomen suchen auf ihren Sternwarten die Mittagslinie, vermittelst correspondirender Sonnenhöhen, auf folgende Art: In einer erhabenen gegen Süden liegenden Mauer oder Fensterladen, macht man ein kleines Loch, durch welches die Mittagssonne auf den Boden, oder einer besonders dazu eingerichteten, völlig horizontalen Ebene, scheinen kann. Etwa 3 Stunden vor und nach Mittage sucht man einigemal übereinstimmende Sonnenhöhen mit einen genau eingetheilten Quadranten, und bemerkt dabey die Zeit nach einer gleichförmig gehenden Penduluhr. Nimmt hierauf zwischen der Zeit einer jeden Vor- und Nachmittag mit einander correspondirenden Höhe das Mittel, so kommt die Zeit, welche die Penduluhr im wahren Mittag zeigte. Am folgenden Tage bemerkt man um diese Zeit den Punct des Bodens, wo das Sonnenbild hintrift, und zieht durch demselben und den senkrecht unter der Oeffnung im Fensterladen liegenden Punct des Bodens eine Linie, welches die Mittagslinie wird. Wegen der von Vor- bis Nachmittag veränderlichen Abweichung der Sonne, müssen alsdann noch die gehörigen Verbesserungen angebracht werden, oder man wählt die Zeit der Sonnenwende zu diesen Untersuchungen, weil sich alsdann die Abweichung der Sonne unmerklich verändert.

§. 709. Im bürgerlichen Leben dienen auch die Mittagslinien, um die Uhren darnach zu stellen, und es könnte daher sehr nützlich seyn, wenn in einer jeden Stadt, entweder auf dem Marktplatze,

eine senkrecht stehende Säule als ein Gnomon oder Sonnenzeiger errichtet würde, an deren Schatten sich die Zeit des wahren Mittags finden liesse, oder in einer Kirche eben so, wie auf den Sternwarten gewöhnlich ist, eine Meridianlinie gezogen wäre. Je höher der Gnomon, oder die Oeffnung wodurch die Sonne zu Mittag scheint, übern Boden ist, um desto genauer wird der Augenblick des wahren Mittags gefunden. Es giebt schon dergleichen große Sonnenzeiger und Mittagslinien. Unter andern ließ der Kayser Augustus auf den Feldern des Mars bey Rom, einen $116\frac{3}{4}$ römische Fuß hohen Obelisk, zu einem Gnomon einrichten. Der größte bisher bekannte Gnomon wurde im 15ten Jahrhundert von Toscanella zu Florenz errichtet, und seine Höhe ging auf 280 Fuß. Die berühmte in der Petroninskirche zu Bologna, von Cassini gezogene Mittagslinie ist 180 Fuß lang, und in dem marmornen Fußboden dieser Kirche von Metall eingelegt. Die Höhe der Oeffnung im Gewölbe, wodurch die Sonne zu Mittag ihre Stralen wirft, ist $83\frac{1}{2}$ Fuß. In der Sulpitiuskirche zu Rom hat le Monnier 1747 einen schon von Sully 1727 aufgestellten Gnomon verbessert rc.

§. 710. Es ist bereits im 186sten §. die gewöhnlichste, und sich auf correspondirende Sonnenhöhen gründende, Methode angegeben, wie sich ein jeder Liebhaber die Mittagslinie für einen beständigen Ort der Beobachtung selbst ziehen kann. Ich bemerke noch, daß diese Operation am zuverläßigsten um den 20sten Junii, als der Zeit der Sommersonnenwende,

wende, vorzunehmen ist; denn im December sind die Schatten zu lang, und im März und September verändert die Sonne in einigen Stunden ihre Abweichung zu merklich, obgleich dieses bey kleinen Meridianlinien keinen sonderlichen Fehler verursachen würde.

§. 711. Die 156ste Figur zeigt noch ein bequemes Instrument, zur Erfindung der Mittagslinie, bey welchem man sich statt eines aufgerichteten Stifts, mit mehrerer Sicherheit, eine an einen Faden hängende Bleykugel bedient, die nach unten eine Spitze hat. B D ist eine runde waagerecht gestellte Scheibe, von hartem Holz oder Kupfer, aus deren Mitte ein Fuß 7 bis 8 Zoll hoch hervorgeht. Dieser trägt eine blecherne Platte K 3 Zoll ins Gevierte, welche in T ein kleines Loch hat, durch welches ein Sonnenstral auf B D fallen kann. Durch dieses Loch wird noch ein Faden gezogen, an dem ein Loth hängt, dessen Spitze genau die Platte in den Punct C berührt. Aus diesen Punct zieht man einige concentrische Circul, und giebt Acht, wenn und wo der durch T fallende Sonnenstral sich auf denselben, Vor- und Nachmittags, als ein erleuchteter Punct zeigt, wie etwa bey G und L. Diese Berührungspuncte eines und desselben Circuls, durch Linien zusammengezogen, und letztere in die Hälfte getheilt, bestimmen eben so, wie im §. 186, die wahre Lage der Meridianlinie C D. Man kann auch, um den hellen Punct des Sonnenstrals desto besser zu sehen, über der Platte K eine größere Pappene Scheibe legen, die bey T etwas ausgeschnitten ist.

§. 712. Ich setze noch eine leichte und zuverlässige Methode her, wie man vermittelst des Polarsterns, eine Mittagslinie ziehen könne. Wenn dieser Stern gerade unter oder übern Pol im nordlichen Meridian steht, so hänge man in der Mitte eines gegen Norden liegenden Fensters eine Bleykugel an einen Faden auf. Richte auf ein hölzernes Brett a b c d Fig. 157. einen hölzernen einige Fuß hohen Arm A B C auf, und lasse von C aus eine andere Bleykugel an einen Faden, bis auf die Fläche des Bretts in e herunter. Schiebe alsdann dieses Brett mit seinen Pendul in einiger Entfernung hinter den im Fenster aufgehängten so lange hin und her, bis beyde Fäden den Polarstern zugleich bedecken, so wird eine Linie nach der Richtung, in welcher beyde Fäden hinter einander hängen, gezogen, die Mittagslinie richtig angeben. Um die Fäden bey Nacht sehen zu können, setzt man sich entweder ein Licht hintern Rücken, oder macht die Beobachtung beym hellen Mondschein, oder wählt die Abend- und Morgendämmerung.

§. 713. Die Zeit der Nacht, da der Polarstern culminirt, läßt sich jedesmal aus der IIten Tafel Seite 471, meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, leicht berechnen, und überhaupt braucht diese Zeit nur bis auf verschiedene Minuten genau bekannt zu seyn, so, daß eine jede auch nur beyläufig richtig gehende Taschenuhr dazu dienen kann, denn bey einem Fehler in der Zeit der Culmination dieses Sterns von $6\frac{1}{3}$ Minuten, ist unter der Polhöhe von 50 Grad nur ein Fehler

in der Lage der Mittagslinie von 20 Secunden im Bogen zu besorgen. Die Ursache hievon ist, weil der Polarstern kaum 2° vom Pol entfernt ist, und daher nur einen kleinen Kreis in 24 Stunden um den Pol zu beschreiben scheint. Beyläufig läßt sich auch die Zeit, da der Polarstern des Nachts im Meridian steht, an dem ersten Stern am Schwanz des großen Bären (E nach Doppelmayer) erkennen, weil nemlich beyde zugleich im Meridian kommen. Steht dieser letztere Stern unterm Pol im Meridian, so culminirt der Polarstern über den Pol und umgekehrt.

Beschreibung einer Aequinoctialsonnenuhr.

§. 714.

Diese Uhr ist am leichtesten zu entwerfen, ihr Gebrauch ist am allgemeinsten, und sie giebt auch den Grund aller übrigen ab. Die 158ste Figur bildet eine Aequinoctialuhr ab. Man beschreibt auf der obern und untern Seite einer viereckigten Platte DEFG einen Kreis aus C, mit gleichgroßem Halbmesser. Theilt beyde in 24 gleiche Theile, so, daß eine senkrecht auf FG stehende Linie, die 12te oder Mittagsstundenlinie werde. Wenn FG gegen Norden liegt, so wird bey B 12 Uhr Mittags gesetzt; an der Westseite der Linie BA kann man alsdann sowol auf dem obern als untern Kreise die Morgen- und an der Ostseite die Abendstunden bemerken, wie die Figur für den obern zeigt. Durch den Mittelpunct C wird ein Stift gesteckt, der über der obern und

 untern

untern Fläche so viel hervorragt, daß wenigstens sein Schatten die Mittagsstunde erreicht, so ist die Uhr fertig. Stellt man hierauf selbige so, daß B A genau auf eine gezogene Mittagslinie liegt, (B gegen Norden kehrend) und erhebt die Seite der Platte D E gegen Süden, um einem der Aequatorhöhe des Orts gleichen Winkel, so wird der Schatten des Zeigers beym Sonnenschein die Stunde richtig bezeichnen, und zwar auf der obern Fläche der Uhr, wenn die Sonne über, und auf der untern wenn sie unterm Aequator ist.

§. 715. Da eine Aequinoctialuhr an einem jeden Ort die Stunden richtig zeigt, wenn ihre Fläche nur mit dem Horizont unter dem Winkel der Aequatorhöhe geneigt, und ihre 12te Stundenlinie auf einer Mittagslinie gestellt ist, so giebt dieselbe eine überall brauchbare Sonnenuhr ab, wenn man ihre Fläche beweglich macht, so, daß sie sich an einen dabey befindlichen Bogen, nach der Größe dieses Winkels jedesmal aufrichten läßt. Ihre Theorie ist übrigens auch leicht einzusehen. Erhebt man z. B. für unsere Gegenden den Nordpol eines Erdglobi unter seinen gehörigen Winkel über dem Horizont, und gedenkt sich eine durch den Aequator, folglich durch den Mittelpunct der Erde gehende Fläche, so wird dies die Fläche der Aequinoctialuhr seyn. Die Stunden werden auf den Aequator von den um 15° von einander liegenden Meridianen bezeichnet; die Erdaxe ist der Zeiger, und zwar dessen nordlicher oder südlicher Theil, nachdem

dem die Sonne die nordliche oder südliche Seite jener Fläche bescheint.

Beschreibung einer Horizontalsonnenuhr.

§. 716.

Aus der richtigen Stellung einer Aequinoctialuhr für eine gewisse Polhöhe, läßt sich die horizontale unmittelbar entwerfen, wie die 159ste Figur beyläufig zeigt. Denn wenn man nach derselben die Aequinoctialuhr E D G A unter den gehörigen Winkel gegen die horizontale K T M R aufrichtet, so geben die Stundenlinien der erstern bis auf die Fläche der letztern verlängert, die Puncte an, durch welchen die Stunden der horizontalen Uhr gezogen werden müssen, z. B. aus V n und V H läßt sich die Lage von C L und C H bestimmen. Ihr Mittelpunct C findet sich, wenn man den Zeiger der Aequinoctialuhr L V C gleichfalls verlängert, bis er die horizontale Fläche berührt, welches in C geschieht, wo er auch zugleich der Zeiger der horizontalen Uhr wird, der sich mit der horizontalen Fläche gegen Mitternacht um den Winkel der Polhöhe neiget.

§. 717. Die 160ste Figur bildet eine horizontale Sonnenuhr ab. Ihre gewöhnliche Entwerfungsmethode ist folgende. Nachdem auf einer horizontalen oder wasserrechten Fläche eine Mittagslinie C R V gezogen worden, setze man an C, als den Mittelpunct der Uhr, einen der Polhöhe des Orts, für welchen die Uhr gezeichnet werden soll,

gleichen Winkel TCB, und ziehe die Linie CB in beliebiger Länge, und ferner TB. Auf CB wird von B aus das Perpendicul BR bis an die Mittagslinie gezogen; man trage alsdann BR von R nach V, und beschreibe mit Bleystift aus V mit dem Halbmesser VR den Quadranten RS; theile solchen in 6 gleiche Theile, und ziehe von V aus durch alle Theilungspuncte Linien, bis zu einer senkrecht auf VC in R stehenden Linie Re, so ergeben sich die Puncte a, b, c, d, e, nach welchen von C aus die Stundenlinien hin gezogen werden. Dies sind Morgenstunden, und man kann die Abendstunden mit einem Circul an der andern Seite der Mittagslinie CV übertragen, da gleichweit vom Meridian entfernte Stunden mit demselben gleiche Winkel machen. Die sechste Stundenlinie steht an C senkrecht auf VC; wenn man die 7. und 8te Morgenstundenlinie durch C verlängert, so ergeben sich die 7. und 8te Abendstundenlinie; und eben so die 4. und 5te Morgenstundenlinie, wenn dies für die Abendstundenlinien geschieht. Die 12te oder Mittagsstundenlinie kommt genau gegen Norden zu liegen. Der Triangel TCB wird aus Blech verfertigt, und senkrecht auf die Mittagslinie aufgerichtet, wo er zum Zeiger dient. Der Schatten der Seite CB giebt an den Stundenlinien die Zeit an, und diese Seite stellt die Weltaxe vor.

§. 718. Da die Linien Ra, Rb, Rc, rc. Tangenten der an V sich ergebenden Winkel sind, so lassen sich die Stundenlinien am sichersten auftragen, wenn man VR als den Radius ansieht, und

aus

aus den trigonometrischen Tafeln die Größe der Tangenten von 15, 30, 45 ꝛc. Grade sucht, (weil nemlich 15 Grad auf eine Stunde gehen.) Gesetzt nun VR wäre = 1000, so müßte Ra = 268; Rb 577; Rc 1000; Rd 1732 und Re 3732 seyn. Die Figur einer horizontalen Uhr ist willkührlich, denn es kommt blos auf die richtige Lage der Stundenlinien vom Mittelpunct C aus gegen die Mittagslinie, und nicht auf ihre Länge an, man macht aber gemeiniglich, und aus guten Gründen, die in der Gegend des Mittags liegende Stundenlinien länger als die übrigen. Der blecherne Zeiger TCB wird verhältnißmäßig viel größer gemacht, als in der Figur vorgestellt ist, doch ohne Veränderung des Winkels TCB, damit auch im Sommer, wenn die Sonne des Mittags am höchsten steht, der Schatten sich längst der ganzen auf der Uhr gezogenen Mittagslinie erstrecken könne, und deswegen muß unter unserer Polhöhe CB faßt Cn gleich seyn. An der Seite des Zeigers CB, etwa in B, kann ein kleiner Stift horizontal eingelegt werden, und wenn man alsdenn die auf CN senkrechte Linie BT als einen Halbmesser ansieht, so lassen sich von T aus, gegen V auf der Mittagslinie die Tangenten des Complements der mittägigen Sonnenhöhen, und damit die Zeichen des Thierkreises bemerken, der Schatten vom Stift B zeigt alsdann alle Mittage die Höhe der Sonne im Meridian und ihren Ort in der Ecliptik.

§. 719. Wenn man sich vorstellt, daß eine Horizontalsonnenuhr bloß eine auf der Horizontalfläche

fläche entworfene Aequinoctialuhr sey, (§. 716.) so läßt sich hieraus folgende Regel zur Entwerfung der Stundenlinien auf derselben herleiten. Nemlich: die Tangente des Winkels einer jeden Stundenlinie der Horizontaluhr mit dem Meridian, ist gleich der Tangente des Stundenwinkels, multiplicirt mit dem Sinus der Polhöhe. Stellt man noch einen Erdglobus auf die Polhöhe, unter welchen eine Horizontaluhr verfertigt werden soll, und einem beliebigen Meridian der Kugel unter den messingenen, so werden alle Meridiane, die um 15° von einander liegen, auf dem Kreis am Horizont, von Süden nach Osten und Westen herum, gleichfalls die Winkel bemerken, welche die Stundenlinien mit der Meridianlinie am Mittelpunct der Uhr machen müssen. Wenn man ferner die für eine gewisse Polhöhe verzeichnete Uhr für eine andere gebrauchen will, so darf man nur ihre Fläche an der Nord = oder Südseite um den veränderten Winkel der Polhöhe erhöhen oder erniedrigen. Die Uhr sey z. B. für die nordliche Polhöhe von 52 Graden gezeichnet, so wird sie unter dieser Polhöhe eine horizontale Lage haben; soll sie aber unter dem 57sten Grad brauchbar seyn, so muß man sie gegen Norden um 5 Grad erhöhen, damit der Zeiger einen Winkel von 57° mit dem Horizont mache. Nach Figur 161. könnte zu diesem Ende die Platte CA, worauf die Uhr verzeichnet ist, mit einer andern CB durch ein Gewinde in C verbunden werden; in B würde ein Gradbogen BD, dessen Mittelpunct C ist, aufgerichtet, an welchen die

erfor=

erforderliche Erhöhung BA sich abzählen liesse. Das Gewinde müßte in B, und der Bogen in C kommen, wenn die Uhr für eine kleinere Polhöhe als 52°, einzurichten wäre. Auf diese Art werden auch die Horizontalsonnenuhren von einem allgemeinern Gebrauche seyn.

Beschreibung einer Mittags- Mitternachts- Abend- Morgen, :c. Sonnenuhr.

§. 720.

Eine Mittagsuhr steht vertical, und ihre Fläche wird genau auf eine von Abend nach Morgen gehende Linie gestellt. Sie kann folglich nur von 6 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends an ihrer gegen Mittag gekehrten Seite die Stunden zeigen. Ihre Zeichnung wird nach gleichen Regeln, wie bey einer horizontalen Fig. 160. vorgenommen, außer, daß dabey der Winkel TCB nicht der Pol- sondern der Aequatorhöhe gleich gemacht wird. Eine Mitternachtsuhr steht gleichfalls vertical auf der von Abend nach Morgen gehenden Linie. Die Stunden werden aber an der Mitternachtsseite beschrieben, und sie können daher nur vom Frühlings- bis zum Herbstäquinoctio die Morgenstunde vor und Abendstunde nach 6 Uhr zeigen. Eine Morgenuhr steht vertical auf die Mittagslinie und zeigt an der gegen Morgen gekehrten Seite die Stunden vom Aufgang der Sonne bis zu Mittage, so wie im Gegentheil die Abenduhr an der Abendseite die Stunden vom Mittage bis zum Sonnenuntergang angiebt. Eine

Polar-

Polaruhr wird auf einer Fläche beschrieben, die durch die Pole, und folglich auch durch den Ost- und Westpunct des Horizonts geht. Ihre obere Fläche zeigt die Stunden von 6 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends; die untere aber die übrigen Stunden des Tages an. Die leichten Regeln, nach welchen diese Uhren zu entwerfen sind, lehren alle gnomonische Schriften.

Beschreibung einer abweichenden Mittagsuhr.

§. 721.

Die Mittags- imgleichen die Morgen- und Abenduhren erfordern, daß die verticalen Mauern, woran sie beschrieben werden sollen, entweder genau in der Fläche des Meridians, oder des 90° von demselben entlegenen Scheitelkreises stehen. Dies trifft sich aber bey Gebäuden, Thürmen oder freystehenden Mauern selten, denn die mehreste Zeit weichen ihre Flächen unter kleinere oder grössere Winkel von jenen Flächen ab. Die Gnomonik lehrt nun, wie auch in diesen Fällen Uhren zu verzeichnen sind, welche die Tagesstunden richtig angeben. Ich will nur ein Beyspiel von einer abweichenden Mittagsuhr, nach der 162. Figur hersetzen.

§. 722. Es sey die, vermittelst der Boussole, oder einer richtigen Mittagslinie gefundenen Abweichung einer Mauer, an welcher eine Mittagsuhr verzeichnet werden soll, an der Abendseite $10\frac{1}{2}$ Grad gegen Norden. Man verfertige sich zuerst eine horizon-

rizontale Uhr unter der bekannten Polhöhe, und diese sey Fig. 162. CABD, deren Mittelpunct S und Mittagslinie S 12 ist; nach A ist Abend, B Morgen und S Süden. Bey dem Mittagspunct 12 mache man den Winkel L 12 A der Abweichung der Mauer gleich, und ziehe LK, so geben die Stundenlinien der Horizontaluhr, sowol da, wo sie die Linie LK durchschneiden, als verlängert antreffen, die Stundenlinien dieser abweichenden Mittagsuhr auf LK. Man ziehe alsdann an der Mauer eine Linie horizontal, und trage aus einem angenommenen Punct XII. auf derselben die Weite der Stundenlinien auf LK, XII. XI.; XII. X. XII. IX. ꝛc. und auf der andern Seite XII. I.; XII. II.; XII. III. ꝛc. In XII. wird an der Mauer über der gezogenen horizontalen Linie ein Perpendicul XII. N von beliebiger Länge aufgerichtet, so ist N der Mittelpunct der Uhr, aus welchen die Stundenlinien NI, NII, NIII ꝛc. an der Mauer gezogen werden. Man lasse ferner auf der Zeichnung aus S auf LK das Perpendicul Sd fallen, trage die Weite 12 d an der Mauer, so ist dN die Linie, über welche der Zeiger kommt; setze endlich Sd und dN rechtwinklicht zusammen, so giebt NS die Zeigerstange ab, welche unter dem Winkel SNd an der Mauer in N über Nd befestigt wird.

Beschreibung einer Sonnenuhr, auf welcher sich die Stunden, das Azimuth, die Höhe und der Auf- und Untergang der Sonne finden läßt.

§. 723.

Man mache auf einen wohlgehobelten und mit Papier überzogenen Brette, oder auf einer kupfernen Platte ꝛc. nach Fig. 163. den Winkel A V ♈ der Polhöhe des Ortes gleich, für welchen die Uhr verzeichnet werden soll, als hier für die Berliner Polhöhe = $52\frac{1}{2}°$; ziehe V A in beliebiger Länge, und A ♈ auf V ♈ senkrecht. Trage A V aus ♈ in G und E, und mache ♈ H = ♈ A, so ist G E die größere und A H die kleinere Axe einer Ellipse E A G H; der eine Brennpunct derselben liegt in V, und wenn man A V von A nach T trägt, in T der andere. Man beschreibe aus ♈ mit dem Halbmesser ♈ G den Kreis G D E L mit Bleystift, theile jeden Quadranten desselben in 6 gleiche Theile, und ziehe aus jeden Theilungspunct gegen G E senkrechte Linien, bis an den Umkreis der Ellipse, wie D XII; r I; h II ꝛc. so werden sich auf demselben die Stunden verzeichnen lassen. A liegt gegen Norden und hat die Mittags; H aber gegen Süden, und hat die Mitternachtsstunde bey sich. G zeigt die 6te Morgen- und E die 6te Abendstunde an. An T mache man ferner einen jeden Winkel, wie ♈ T ♋, ♈ T ♑ der Abweichung der Sonne gleich, so lassen sich auf ♑ ♋ die 12 Zeichen der Ecliptik beschreiben. Der Zeiger dieser Uhr ist ein ge-

gerader Stift, welcher senkrecht über den jedesmaligen Ort der Sonne auf ♑ ♋ aufgerichtet wird, und daher sich längst dieser Linie fortschieben lassen muß.

§. 724. Ist nun die Sonne im 1° ♉ oder ♍, und der Schatten des in diesen Puncten gestellten Zeigers fällt auf IX Uhr Vormittag, oder III Uhr Nachmittag, so wird der Winkel A ♉ IX oder A ♉ III das Azimuth derselben seyn, und dessen Anzahl Grade lassen sich unter andern an einem auf einer Scheibe in Graden abgetheilten Kreis, der alsdann über den Zeiger gesteckt wird, finden. Zieht man für diesen Tag aus dem Punct ♉ die Normallinien ♉ m und ♉ n, welche senkrecht auf den Umkreis der Ellipse stehen, so zeigen diese die Stunde des Auf- und Untergangs der Sonne zu Berlin um 5 Uhr Morgens und 7 Uhr Abends. Man kann auch eben dieses finden, wenn man bey einer nordlichen Abweichung der Sonne aus einen Punct der Linie ♈ L, und bey einer südlichen aus einen Punct der Linie ♈ D einen Bogen durch die Puncte V, den Ort der Sonne und T zieht, bis derselbe den Umkreis der Ellipse durchschneidet, und demnach liegen in unserm Beyspiel die Puncte m, V, ♉ oder ♍, T und n auf einen Circulbogen. Ferner ist eine jede Linie von dem Ort der Sonne bis zu einer gewissen Stunde am Umkreise der Ellipse gezogen, allemal dem Cosinus der Sonnenhöhe gleich, wenn die zu derselben gehörige Normallinie den Radius vorstellt, und z. B. wenn die Sonne im ♉ tritt, wird ♉ III, ♉ IX den Cosinus der Höhe

 der

der Sonne über dem Horizont gleich seyn, wenn ♉ m oder ♉ n als der Radius angesetzt wird. Der Zeiger dieser Azimuthaluhr muß nicht zu kurz seyn, damit sein Schatten allemal über die Ellipse hinaus fallen kann. Noch ist es bey dieser Uhr merkwürdig, daß solche auch als eine horizontale dienen kann, wenn man den vorigen Zeiger abnimmt, GE die Mittagslinie seyn läßt; auf ♈ G an ♈ den Zeiger unter den Winkel der Polhöhe aufrichtet; in G die Mittagsstunde setzt, und hiernach die übrigen Stunden ändert.

Beschreibung eines Quadranten, um aus der Höhe der Sonne die Zeit zu finden.

§. 725.

Nach Figur 164. beschreibe man aus einem Mittelpunct C, mit beliebigem Halbmesser (doch wenigstens von 6 Zoll) den Quadranten KHE, und theile demselben von K an gerechnet, genau in 9° ein; ziehe auf der einen Seite CE als einen Durchmesser aus T den halben Circul CNE, zähle am Gradbogen die Höhe des Aequators an den Ort, für welchen die Stundenlinie auf den Quadranten zu entwerfen sind, als hier z. B. für Berlin, $37\frac{1}{2}^\circ$ von K gegen E, so trift solches im Punct H. Man suche auch die größte und kleinste Sonnenhöhe zu Berlin, jene ist $37\frac{1}{2}^\circ + 23\frac{1}{2}^\circ = 61^\circ$ und fällt in R und diese $37\frac{1}{2}^\circ - 23\frac{1}{2}^\circ = 14^\circ$ und fällt in G. Ziehe hierauf die Linien zum Mittelpunct GC, HC und RC; ferner TS mit HC parallel und

und CV auf TS senkrecht. Beschreibe über V einen halben Circul mit Bleystift, theile denselben in 12 gleiche Theile, und ziehe aus jeden Linien senkrecht auf ST, so ergeben sich so viele Mittelpuncte, aus welchen die Stundenbögen durch C innerhalb den halben Circul CNE, und zwischen GC und RC sich beschreiben lassen. Diesen Bögen werden die gleich weit vom Mittage entfernte Vor- und Nachmittagsstunden beygesetzt, und CNE wird die Mittagsstunde, wie die Figur zeigt. Man ziehe noch außerhalb den halben Kreis CNE aus T zwey Bögen zwischen den Linien CG und CR, zähle von H bey $37\frac{1}{2}°$ gegen R die nordliche und gegen G die südliche Abweichung der Sonne, wenigstens von 10 zu 10 Graden eines jeden Zeichens der Ecliptik, so lassen sich, vermittelst eines an C und diesen Puncten des Umkreises gelegten Lineals, die Zeichen und Grade auf den Bogen ♋ ♑ richtig bemerken. Die Figur wird alsdenn auf Holz gezogen, wobey der halbe Circul ST wegbleibt. In C wird noch ein kleiner Stift senkrecht eingeschlagen, und an demselben ein Faden CL mit einer Perl N und kleinen Bleykugel L angehängt.

§. 726. Beym Gebrauch des Quadranten wendet man C gegen die Sonne, läßt den Schatten des in C befindlichen Stifts längst der Seite CE fallen, so schneidet der freyhangende Faden auf dem Umkreise des Quadranten den Grad der Sonnenhöhe ab. Man schiebt alsdann die Perle auf die 12te Stundenlinie in N, und legt hernach den Faden über den Ort der Sonne, welcher, wenn

z. B. der Tag der Beobachtung der 19te April oder 22ste August wäre der erste Grad des ♉ oder ♍ seyn würde; der Faden wird hierauf längst C l gehalten, und die Perle kömmt in n, wo selbige die gesuchte Vor- oder Nachmittagsstunde, kurz vor $7\frac{1}{2}$ oder gleich nach $4\frac{1}{2}$ Uhr angiebt. Die Einrichtung dieses Quadranten hat darin vor andern zu einem ähnlichen Gebrauch vorgeschlagenen das bequeme, daß die Stundenlinien nach einfachen Regeln, und ohne der geometrischen Genauigkeit etwas zu vergeben, durch lauter Circulbögen sich entwerfen lassen. Unterdessen muß man doch, wenn die Sonne niedrig am Himmel steht, nicht sehr auf die Genauigkeit dieses Quadranten rechnen, weil daselbst die Stundenlinien nahe an einander fallen, vornemlich wenn dessen Halbmesser nur klein ist. Es lassen sich auch bey einer ansehnlichen Größe desselben die Bögen für die halben, viertel, auch noch wol kleinere Theile der Stunden ziehen, wenn man hiernach die Abtheilung des auf S T stehenden halben Circuls einrichtet.

Von den Mond- und Sternenuhren.

§. 727.

Es ist ein nicht geringer Vortheil, daß man in heitern Nächten, wenn der Mond scheint, sich dessen gleichfalls zur Bestimmung der Zeit der Nacht bedienen kann. Der Mond gebraucht nach seiner mittlern Bewegung 24 St. $50\frac{1}{2}'$ Sonnenzeit zu seinen scheinbaren täglichen Umlauf am Himmel, und

und daher verhalten sich die Mondstunden zu den Sonnenstunden wie 24 St. $50\frac{1}{2}'$ zu 24 St., oder wie 1490 zu 1440, welches in kleinern Zahlen dem Verhältniß wie 30 zu 29 sehr nahe kömmt. Hiedurch, und wenn noch dazu die Zeit der Culmination des Mondes aus den Ephemeriden bekannt ist, läßt sich die Stunde der Nacht durch den Mondschein am besten auf zweyerley Art, entweder 1) durch eine gewöhnliche horizontale Sonnenuhr, oder 2) durch eine eigentliche Monduhr folgendermaassen finden.

§. 728. Betreffend die erstere Methode, so sey z. B. bekannt, daß der Mond um 8 Uhr 24' Abends durch den Meridian gehen werde. Fällt alsdann der Schatten des Zeigers einer horizontalen Sonnenuhr, den der Mond abwirft, gerade auf die Mittagslinie, so weiß man, daß es 8 Uhr 24' sey; fällt er aber auf einer andern Stundenlinie, so ist noch eine Reduction der Mond- und Sonnenstunden vorzunehmen. Gesetzt, in eben der Nacht falle der Schatten beym Mondschein auf 3 Uhr 16' Nachmittag, so erhellet daraus, daß der Mond bereits vor mehr als 3 Stunden den Meridian passirt sey. Diese 3 St. 16' sind aber in diesem Falle eigentlich Mondsstunden, deren der Mond 24 zu seinen täglichen Umlauf gebraucht; man setzt demnach: 24 St. Mondzeit verhalten sich zu 24 St. $50\frac{1}{2}'$ Sonnenzeit wie 3 St. 16' Mondzeit zur 4ten Proportionalzahl, = 3 St. 23' Sonnenzeit. Diese zur Culminationszeit 8 Uhr 24' addirt, giebt die gesuchte Zeit der Nacht 11 Uhr 47'. Oder da sich

 die

die Mondstunden zu den Sonnenstunden beynahe wie 30 : 29 verhalten, so darf man nur die Anzahl der vor und nach Mittage vom Schatten des Mondes an der Uhr beobachteten Mondstunden um ihren 29sten Theil vermehren, damit Sonnenstunden daraus werden, und selbige alsdann zu der Zeit der Culmination des Monds addiren, wenn der Mond wie im vorigen Beyspiel, bereits durch den Meridian gegangen, oder davon subtrahiren, wenn er noch ostwärts vom Meridian sich befindet.

§. 729. Die Zeichnung und der Gebrauch einer Monduhr wird in der 165sten Figur vorgestellt. Man beschreibe erstlich eine Aequinoctialuhr CADB wie für die Sonne (§. 714. u. Fig. 158.) und stelle solche mit ihren Zeiger unter dem gehörigen Winkel der Aequatorhöhe auf. Diese Uhr bildet in Fig. 165. der äußere mit römischen Zahlen bezeichnete schattirte Kreis ab. Man verfertige alsdann eine pappene Scheibe, in der Größe, daß sie am innern Circul dieser Aequinoctialuhr anschließt, und sich um ihren Mittelpunct T, auf den Zeiger der Uhr gesteckt, umdrehen läßt. Den Umkreis derselben theile man in 24 St. $50\frac{1}{2}'$, oder man setze am Mittelpunct T für eine jede Stunde einen Winkel von $\frac{360^\circ}{24\,\text{St.}\,50\frac{1}{2}'} = 14^\circ\ 29\frac{1}{2}'$, so ist dies die eigentliche Monduhr, auf welche 24 Stunden in eben der Ordnung, wie auf der Aequinoctialuhr verzeichnet werden, doch so, daß der sich noch findende überschüßige Raum der Mitternachtsstunde

bey

bey E gerade gegenüber kömmt und schattirt wird, wie die Figur zeigt. Von E nach G sind Abend- und von E nach L Morgenstunden. Kommt nemlich der Mond z. B. des Abends um 5 Uhr im Meridian, so wird die 5te Stunde bey G am Meridian bey XII gesetzt, und eben dies geschieht mit dem Puncte L, wenn der Mond früh um 6 Uhr culminirt. Gesetzt nun, der Mond stehe nach obigem Beyspiel, für welches die Scheiben in der Figur gestellt sind, um 8 Uhr 24′ Abends im Meridian, so wird diese Stunde der Monduhr an der XIIten oder Mittagsstunde der Sonnenuhr bey H geschoben, fällt nun in dieser Nacht der Schatten des Zeigers beym Mondschein auf III Uhr 16′ der Sonnenuhr, so zeigt er zugleich auf der Monduhr, daß es 11 Uhr 47′ nach der Sonne sey. Diese Angabe einer richtig verzeichneten Monduhr wird immer zuverläßiger, je höher der Mond über dem Horizont steht, weil alsdann die Wirkung der Refraction und Parallaxe unmerklich wird.

§. 730. Eine Sternenuhr lehrt vermittelst der Sterne in der Nachbarschaft des Nordpols die Stunde der Nacht zu finden. Gemeiniglich werden dieselben auf den Polarstern und den zween hellen Sternen (A und B nach Doppelmayer) im Viereck des großen Bären, (auch die Hinterräder des großen Wagens genannt,) welche mit dem Polarstern auf einer Linie stehen, oder auf den Polarstern und den hellsten Stern am Rücken des kleinen Bären (B nach Doppelmayer) eingerichtet. Gesetzt nun, man wählt hiezu die beyden zuerst genannten Sterne

im großen Bären, so muß bekannt seyn, wenn diese Sterne mit der Sonne zugleich im Meridian kommen. Dies läßt sich aber aus ihrer gemeinschaftlichen geraden Aufsteigung, welche der 162ste Grad des Aequators ist, leicht finden. Denn wenn die Sonne diese Aufsteigung hat, so gehen beyde Sterne um 12 Uhr Nachts unter, und wenn die Aufsteigung der Sonne $162^\circ + 180^\circ = 342^\circ$ ist, um selbige Zeit übern Pol mit der Sonne zugleich durch den Meridian. Ersteres geschieht am 2ten September und letzteres am 1sten März.

§. 731. Die Sternenuhr besteht nun, wie die 166ste Figur vorstellt, aus zween Scheiben von Pappe oder Holz, Messing rc., davon die innere beweglich ist; imgleichen aus einer beweglichen Regel CG von Metall oder hartem Holze, deren Mittel C durchbohrt ist. Der Kreis der äußersten Scheibe, die in der Figur zum Theil schattirt ist, wird in den 12 Monaten des Jahrs und ihren einzelnen Tagen abgetheilt. An das Instrument befindet sich eine Handhebe E, deren Mitte genau über dem 2ten September befestigt wird. Die innere und kleinere Scheibe wird in die 24 Stunden des Tages eingetheilt, und ist rund umher mit Zähnen versehen, um auch im Dunkeln daran die Stunden durchs Gefühl abzählen zu können. Der größte Zahn von allen gehört der 12ten oder Mitternachtsstunde. Die Regel läßt sich um den Mittelpunct an einem Gewinde umdrehen, und ragt über den äußersten Circul hinaus.

§. 732. Gesetzt nun, man will in der Nacht vom 10ten auf den 11ten April die Stunde der Nacht, vermittelst einer solchen Sternenuhr finden, so stellt man zuerst den größten Zahn der innern Scheibe auf den 10ten April an der äußern, faßt die Uhr bey der Handhebe E, und hält dieselbe gegen Norden aufrecht, doch so, daß ihre bezeichnete Fläche sich gegen Süden kehre und beyläufig unter dem Winkel der Aequatorhöhe mit dem Horizont neige. Sieht alsdann durch das in der Mitte des Gewindes der Regel befindliche Loch C nach den Polarstern; verschiebt hierauf die Regel (wobey sich aber die Stundenscheibe nicht verrücken muß,) so lange hin und her, bis die zwey bemerkten hellen Sterne im Viereck des großen Bären genau längst der Seite CG erscheinen, so wird die an dieser Seite liegende Stunde die gesuchte seyn. Es wäre nach diesem Beyspiel um 3 Uhr Morgens den 11ten April. Wenn die Handhebe über den 8ten November befestigt wird, so kann das Instrument auf eben die Art bey dem hellen Stern am Rücken des kleinen Bären zur Erfindung der Nachtzeit gebraucht werden.



Vierzehnter Abschnitt.

Von der Chronologie.

§. 733.

Die mathematische Chronologie gründet sich, der Hauptsache nach, ganz auf die Sternkunde, und verdient daher mit allem Recht eine Stelle unter den astronomischen Wissenschaften. Sie beschäftigt sich mit Abmessung und Eintheilung der Zeit, nach den am Himmel richtig beobachteten Umläufen der Gestirne und vornemlich der Sonne und des Mondes, vergleicht nach willkührlich angenommenen Maassen, die Dauer des Umlaufs derselben mit einander, sowol in Rücksicht der bürgerlichen als kirchlichen Verfassungen gesitteter Völker, und setzt hiernach die wichtigsten Begebenheiten des Alterthums, als verschiedene Zeitepochen, fest. Ich werde erstlich von den kleinern Abtheilungen der Zeit, dann von den Jahren und Zeitrechnungen verschiedener Völker; von den eingeführten Cyclis, um eine Zeit von der andern zu unterscheiden; von den alten Perioden oder berühmtesten Zeitepochen; von der Einrichtung des Calenders und der Festrechnung 2c. kürzlich reden.

Von den Stunden, Tagen und Wochen.

§. 734.

Eine Stunde ist der 24ste Theil des Tages, sie wird gewöhnlich in 60 Minuten, und die Minute

nute wieder in 60 Secunden abgetheilt, wiewol die Juden und Araber bey ihren chronologischen Rechnungen eine Stunde auf 1080 Theile, welche sie Helakim oder chaldäische Scrupel nennen, ansetzen. Zur Ausmessung der Stunden und ihrer Theile, hat man sich, außer den Sonnenuhren, schon im Alterthum der Wasser- und Sanduhren bedient, wiewol diese nicht viel Genauigkeit geben konnten, bis endlich in den neuern Zeiten die Sack- und Penduluhren erfunden wurden, welche uns auch die kleinern Zeitmomente sehr genau, und vornemlich die letztern sogar einzelne Secunden zuzählen. Der natürliche Tag ist die Dauer der Zeit, welche die Sonne über den Horizont eines Ortes verweilet, und ist überall und zu verschiedenen Zeiten des Jahres sehr ungleich. Der bürgerliche Tag ist aus Tag und Nacht zusammengesetzt, innerhalb welchen die Sonne ihren scheinbaren Umlauf am Himmel vollführt. Von der doppelten Ursache der ungleichen Länge dieses bürgerlichen oder Sonnentages, imgleichen von dem Sternentage ist schon oben in der Astronomie von §. 177. bis 185. geredet worden.

§. 735. Bey den alten Aegyptiern und Römern wurden die Tage von Mitternacht an gerechnet, welches noch anjetzt bey den mehresten europäischen Völkern im Gebrach ist. Man zählt im bürgerlichen Leben von Mitternacht bis zum folgenden Mittage die ersten 12 Tagesstunden, und fängt von da wieder an nochmals 12 Stunden bis zur nächsten Mitternacht zu rechnen. Die Astronomen hin-

hingegen fangen den Tag vom Mittage an, oder wenn die Sonne ihren täglichen höchsten Stand am Himmel erreicht, und zählen von da bis zum folgenden Mittage 24 Stunden in einem fort; daher kommen die astronomischen Stunden mit den bürgerlichen in den Nachmittagsstunden mit einander überein; hingegen bey den Morgenstunden findet sich ein Unterschied von 12 Stunden. Z. B. den dritten Januar Morgens um 5 Uhr bürgerlicher Rechnung ist nach astronomischer Zeit den 2ten Januar 17 Stunden.

§. 736. Die heutigen Araber fangen ihren Tag, so wie ehemals die Umbri, gleichfalls vom Mittage an. Die alten Babylonier, Perser ꝛc. rechneten ihre Tagesstunden vom Aufgange der Sonne an, und zählten gleichfalls 24 Stunden in einem fort. Diese babylonischen Stunden sind noch bey den heutigen Griechen im Gebrauch, imgleichen auf den Balearischen Inseln Majorka ꝛc. Die Juden fangen ihren Tag mit Untergang der Sonne an, und theilten ehedem den natürlichen Tag, oder die Zeit vom Auf- bis Untergang der Sonne, durchs ganze Jahr, in 12 Theile oder Stunden ein, daher ihre Tagesstunden im Sommer größer als im Winter wurden. Diese ungleiche jüdische Stunden wurden Planetenstunden genannt, und konnten nur um die Zeit der Frühlings- und Herbstnachtgleiche, mit den Stunden aller übrigen Völker, der Größe nach, übereinkommen. Die heutigen Italiäner und Chineser fangen, so wie ehedem die Athenienser, gleichfalls

mit

mit Untergang der Sonne, ihre Tagesstunden zu zählen an. Es werden dabey 24 Stunden in einer Reihe fortgerechnet. Diese sogenannte italiänische Stunden waren auch sonst in Pohlen, Oesterreich und Böhmen gebräuchlich.

§. 737. Der Gebrauch, die Zeit in Wochen von sieben Tagen einzutheilen, wird schon in dem entferntesten Alterthume fast bey allen orientalischen Völkern angetroffen; und selbst bey den Peruanern wurde derselbe, bey der Eroberung von America, vorgefunden. Diese bey allen gesitteten Völkern gemeinschaftlich eingeführte Gewohnheit, muß eine allgemeine Ursache haben. Gemeiniglich wird solche aus der uralten mosaischen Schöpfungsgeschichte hergeleitet, nach welcher die Welt innerhalb sieben Tagen erschaffen worden. Man kann aber auch annehmen, daß schon alle alte Völker sich hiebey, so wie bey ihrer übrigen Zeitrechnung, nach dem Mond gerichtet, der monatlich seine Lichtgestalt viermal, und folglich alle 7 Tage ändert, so wie noch in unsern Zeiten die Türken, Mohren und verschiedene americanische Völkerschaften ihren ganzen Calender nach den abwechselnden Lichtgestalten des Mondes einrichten. Ueberdem theilen, 7 Tage auf eine Woche gerechnet, das Sonnenjahr von 365 Tagen, sehr schicklich, bis auf einen Tag, in 52 Wochen ein.

§. 738. In den folgenden abergläubischen Zeiten nahm man noch die vorgeblichen 7 Planeten mit zu Hülfe, und ein jeder Wochentag erhielt nach einen derselben seinen Namen, welche wir

noch

noch jetzt zur Abkürzung als Zeichen beybehalten: Die 7 Planeten werden, nach dem System der Alten, also geordnet. ♄ ♃ ♂ ☉ ♀ ☿ ☾

Bey den Wochentagen aber:

Sonntag,	Montag,	Dienstag,	Mittewoch,	Donnerstag,	Freytag,	Sonnabend.
☉	☾	♂	☿	♃	♀	♄

Die Ursache dieser Ordnung der Planeten, zur Bezeichnung der Wochentagen, ist folgende: Nach den astrologischen Träumereyen regiert ein jeder Planet des Tages eine Stunde, und von demjenigen, welcher die erste Stunde beherrscht, hat der ganze Tag seinen Namen. Fängt man nun vom Sonntage, als dem ersten Wochentage, an, und läßt die Sonne, als den vornehmsten unter allen die erste Stunde, und nach ihr die übrigen Planeten in den folgenden Stunden nach der Ordnung ☉ ♀ ☿ ☾ ♄ ♃ ♂ regieren, so wird der Sonne wieder in der 8ten, 15ten und 22sten Stunde die Reihe treffen. Die 23ste Stunde beherrscht hierauf die ♀, die 24ste ☿, die 25ste oder die erste Stunde des Montags der ☾. Dieser wird am Montage wieder die 8te, 15te und 22ste Stunde herrschen. Die 23ste kommt ♄, die 24ste ♃, hierauf die 25ste oder die erste Stunde des Dienstags der ♂ u. s. w. woraus sich die Ordnung dieser Benennung der Wochentagen nach den Planeten ergiebt.

Von

Von den Monaten und Jahren.

§. 739.

Die Monate sind entweder Sonnen- oder Mondenmonate. Jene bestehen im bürgerlichen Leben aus 30 oder 31 Tagen, und bey den Astronomen in der genauen Zeitdauer, innerhalb welchen die Sonne ein jedes Zeichen oder 30° ihrer Bahn durchläuft. Diese aus 29 oder 30 Tagen, in welchen der Mond seinen ganzen synodischen Umlauf am Himmel vollendet. Zwölf Monate machen ein Jahr aus, und demnach entstehen hieraus Sonnen- und Mondenjahre. Das Sonnenjahr ist die Dauer der Zeit, innerhalb welcher die Sonne durch alle zwölf Zeichen der Ecliptik herumkömmt, es enthält 365 Tage, 5 St. 49 Min. Das Mondenjahr ist 354 Tage, 8 St. 49 Min. lang, in welcher Zeit der Mond 12mal seinen synodischen Umlauf am Himmel vollendet.

§. 740. Einige Geschichtschreiber behaupten, daß die Jahre der ersten Völker der Erde, Mondenmonate gewesen sind. Die Aegyptier rechneten das Jahr durchaus zu 365 Tagen, daher die Sonne jährlich an einem gleichen Monatstage um 6 Stunden zurückblieb, und das Aequinoctium nach vier bürgerlichen Jahren um einen Tag später einfiel. Nach 1461 Jahren trug dieser Fehler schon ein ganzes Jahr aus, innerhalb welcher Zeit die vier Jahreszeiten in allen Monaten des Jahres, nach und nach, sich eingestellt hatten. Diese ägyptischen Jahre kommen mit den nabonassarischen (davon unten)

unten) überein, und sind noch in Persien gebräuchlich. Bey uns wird das Jahr im bürgerlichen Leben blos nach dem Sonnenlaufe bestimmt, und dreymal nach einander zu 365 Tage; das viertemal hingegen zu 366 Tage gerechnet, um den sich, wegen den überschüßigen 6 Stunden mit der Zeit anhäufenden Fehler zu vermeiden. Es fängt seit Julius Cäsars Zeiten mit dem ersten Januar an, weil damals die Sonne sehr nahe bey dem ersten Januar in das Zeichen des Steinbocks trat, oder der Anfang des Winters einfiel. Die Namen der zwölf Monate sind: Januar oder Jenner; Februar oder Hornung; März; April; May; Junius oder Brachmonat; Julius oder Heumonat; August; September oder Herbstmonat; October oder Weinmonat; November oder Wintermonat; December oder Christmonat.

§. 741. Unterdessen haben nicht alle Völker die Wintersonnenwende als den Anfangstermin des Jahrs angenommen. Die alten Römer fingen ihr Jahr mit dem März, und die Griechen im September an. Seit 1564 ist in Frankreich der erste Januar der erste Tag im Jahr, da es sonst, wie bey der römischen Kirche, der Ostersonntag war. An einigen Orten Italiens macht man noch anjetzt das Frühlingsäquinoctium zum Anfange des Jahres, und in England fing sich das Jahr bis Ao. 1752 am 25sten März, oder am Feste der Verkündigung Mariä an ꝛc. Die Juden fangen ihr Kirchenjahr mit dem Neumond an, dessen Vollmond zunächst auf das Frühlingsäquinoctium; ihr bürgerliches

Jahr

Jahr aber von den Neumond, dessen Vollmond auf das Herbstäquinoctium folgt.

§. 742. Seit der babylonischen Gefangenschaft sind die Jahre der Juden nach dem Lauf des Mondes und der Sonne eingerichtet. Ihre gemeine Jahre sind eigentliche Mondenjahre von 354 Tagen. Sie müssen aber zuweilen, um das bürgerliche Jahr wieder mit dem Sonnenjahr zu vereinigen, einen ganzen Monat einschalten, und dann erhält ein solches Schaltjahr 13 Monate oder 384 Tage. Ueberdem, da nach den Satzungen der Alten niemals ein strenge zu feyernder Festtag zunächst vor und nach den Sabbath oder Sonnabend eintreffen darf, so sind sie genöthigt, sowol in gemeinen als Schaltjahren, bald einen Tag mehr, bald einen weniger zu zählen. Ihr Jahr muß nie am Sonntage, Mittwoch und Freytag anfangen. Hieraus entstehen dreyerley Jahre; nemlich abgekürzte, ordinaire und überzählige. Die erstere Art hat in gemeinen Jahren 353, in Schaltjahren 383. Die zweyte in jenen 354, in diesen 384. Die dritte in jenen 355, in diesen 385 Tage. Ihre 12 Monate, die sie allemal mit den Neumond anfangen, heißen:

1	*Tisri*	hat 30	Tage	7	*Nisan*	hat 30	Tage
2	*Marchesvan*	29	=	8	*Ijar*	= 29	=
3	*Cisleu*	= 30	=	9	*Sivan*	= 30	=
4	*Tebeth*	= 29	=	10	*Tamuz*	= 29	=
5	*Sheat*	= 30	=	11	*Ab*	= 30	=
6	*Adar*	= 29	=	12	*Elul*	= 29	=
*6	*Veadar*	= 30	=				

Anmerk. *Veadar* ist der Schaltmonat. In überzähligen Gemein- und Schaltjahren hat *Marchesvan* 1 Tag mehr, und in abgekürzten, *Cislew* 1 Tag weniger.

Das bürgerliche Jahr der Juden fängt mit den Monat Tisri; und das Kirchenjahr mit den Monat Nisan an.

§. 743. Die Jahre der Türken oder Muhamedaner sind blosse Mondenjahre von 354 oder 355 Tagen, welche nach 30 Jahren in gleicher Ordnung wiederkehren. Ihre 12 Monate haben wechselsweise 30 oder 29 Tage, und heißen: Muharram; Saphar; Rabia I; Rabia II; Jomada I; Jomada II; Rajab; Shaaban; Samadan; Shwall; Dulkaadah; Dulheggia. Im Schaltjahre wird im letztern Monat 1 Tag mehr gerechnet.

Von der Einrichtung der Zeitrechnung und Verbesserung des Calenders, durch Julius Cäsar.

§. 744.

Bey den alten Römern hatte das Jahr nur 304 Tage, oder 10 Monate. Der März war der erste, und der December der letzte Monat des Jahrs, welches noch aus den Namen der vier Monate: September, October, November und December erhellet. Numa Pompilius führte noch zwey Monate, nemlich den Januar und Februar ein, woraus ein Mondenjahr, durchaus zu 355 Tagen gerechnet, entstund. Dieses Mondenjahr differirte vom Sonnenjahr um $10\frac{1}{4}$ Tagen, daher trat die

Sonne

Sonne nach dreyen Jahren einen ganzen Monat früher in ein und dasselbe Zeichen des Thierkreises, und in 36 Jahren waren die Jahreszeiten in allen Monaten eingefallen. Diese Abweichung, und daß das Mondenjahr um einen Tag zu groß gerechnet wurde, machte bey den Römern eine oftmalige Einschaltung verschiedener Tage nothwendig, wodurch die Calenderrechnung, die damals den Priestern überlassen ward, sehr verwickelt, und da diese in der Folge die gehörigen Einschaltungen vernachläßigten, zugleich unrichtig ausfiel. Zu Julius Cäsars Zeiten, etwa 50 Jahr vor Christi Geburt, wich der Calender schon um 79 Tage vom Himmel ab, und dieser Kayser dachte daher auf Mittel, wie dieser Unordnung durch eine geschickte Verbesserung des Calenders abzuhelfen sey. Vornemlich war hiebey sein Augenmerk darauf gerichtet, die bürgerlichen Jahre mit den astronomischen so zu vereinigen, daß eine jede Jahreszeit, oder der Eintritt der Sonne in ein neues Zeichen beständig auf einen gewissen Monatstag einfallen, oder doch in der Folge der Zeit sich nicht merklich davon entfernen möchte.

§. 745. Er zog dabey insbesondere einen ägyptischen Mathematiker Sosigenes zu Rathe, welcher als das sicherste Mittel zu einer richtigen Jahrrechnung zu gelangen, vorschlug, den Mond dabey gänzlich aus der Acht zu lassen, und sich blos nach dem Laufe der Sonne zu richten. Da aber die Sonne in 365 Tage 6 St. den Thierkreis durchlaufe, so müßte man, um wegen dieses Ueberschus-

 ses

ses von 6 Stunden Rechnung zu tragen, das Jahr so oft einen Tag mehr geben, als diese zu einem ganzen Tag angelaufen wären. Daher wurde dann festgesetzt, drey Jahre nach einander zu 365 Tagen, und das vierte zu 366 Tagen zu rechnen. Den Anfang des Jahrs ließ man mit den Anfang des Januarmonats übereinkommen. Im Jahr 45 vor Christi Geburt ordnete Julius Cäsar diese verbesserte Zeitrechnung an, und folglich wurde das 44ste Jahr vor C. G. das erste Jahr der julianischen Zeitrechnung. Die Anzahl der Tage eines jeglichen Monats wurde also festgesetzt, daß der April, Junius, September und November, 30; die übrigen aber, bis auf einen, 31 Tage haben sollten; denn der Februar bekam im gemeinen Jahr nur 28 Tage. Die Monate Julius und Augustus erhielten ihre Namen erst nach Julius Cäsars Tode, denn der erste hieß vorher Quintilis und der andere Sextilis.

§. 746. Der alle vier Jahr überschüßige Tag wurde nach dem 23sten Februar oder VII Calendas Martias nach der Römer Art die Tage zu zählen, eingeschaltet, worauf sonst in gemeinen Jahren VI Calendas Martias folgte, welchen Tag man im Schaltjahre auf den 25sten Februar verlegte. Der Schalttag, als der 24ste Februar, behielt unterdessen von diesem Tage seine Benennung, und wurde deswegen bis Sexto Calendas genannt. Daher heissen die Schaltjahre: Bissextiles, und der Februarmonat erhielt in denselben 29 Tage. In der christlichen Zeitrechnung ist sowol vor als nach Christi Geburt, ein Schaltjahr daran zu erkennen,

wenn

wenn sich die Jahreszahl ohne Bruch durch vier theilen läßt.

§. 747. Ob nun gleich der Calender durch Julius Cäsars rühmliche Veranstaltung vor den Jahrrechnungen der alten Römer und Aegyptier einen großen Vorzug hatte, so kam er dennoch nicht genau mit dem Himmel überein, weil das Jahr dabey durchaus zu 365 Tagen und 6 Stunden gerechnet wurde, da doch der Umlauf der Sonne genauer nur 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 45 Secunden beträgt. (§. 376.) Diese zu viel gerechneten 11 Minuten 15 Secunden in jedem Jahre, wuchsen mit der Zeit zu ganzen Tagen an, und verursachten in der Folge Unrichtigkeiten in der Zeitrechnung, welche noch dadurch vermehrt wurden, daß man willkührliche Veränderungen dabey vornahm, und die vom Julius Cäsar vorgeschriebene Einschaltungen der Jahre nicht genau befolgte. Hierdurch wurde im 16ten Jahrhundert eine abermalige Calenderverbesserung veranlaßt.

Von der Calenderverbesserung, durch Gregorius XIII.

§. 748.

Die vorhin angezeigten zu viel gerechneten 11 Minuten 15 Secunden in der Jahreslänge des julianischen Calenders, verursachten Ao. 1582 unter der Regierung des Pabsts Gregorii XIII. schon einen Fehler von 10 Tagen, so, daß das

 Früh=

Frühlingsäquinoctium um 10 Tage früher, und am 11ten März einfiel. Dieser Pabst fand es daher nöthig, eine Verbesserung der alten julianischen Jahrrechnung vorzunehmen, welches längst der Wunsch der Astronomen war. Er machte sein Vorhaben Ao. 1577 allen christlichen Mächten bekannt, um diese dem gemeinen Wesen wichtige Sache mit den geschicktesten Sternkundigen in Ueberlegung zu ziehen. Es wurde endlich hiedurch die Verbesserung des Calenders zu Rom zu Stande gebracht, und dabey im voraus die Bedingungen festgesetzt, daß nach dem Schluß der nicänischen Ao. 325 gehaltenen Kirchenversammlung 1) das Frühlingsäquinoctium beständig auf den 21sten März fallen, und 2) Ostern am Sonntage nach den Vollmond der zunächst dem Frühlingsäquinoctio folgt, gefeyert werden sollte.

§. 749. Diesemnach verordnete der Pabst Ao. 1581 bey der neuen Einrichtung des Calenders folgende Puncte zu beobachten, die zugleich der Meynung jener Kirchenversammlung ein völliges Genüge leisten würden. 1) Daß nach den 4ten October des folgenden 1582sten Jahres aus den Calender 10 Tage herausgenommen, und also vom 4ten sogleich auf den 15ten gerechnet werden sollte, wodurch dies Jahr nur 355 Tage erhielt. 2) Damit auch das Frühlingsäquinoctium sich mit der Zeit nicht wieder vom 21sten März entfernen könne, so sollten die von vier zu vier Jahren einfallenden Schaltjahre, bey drey nach einander folgenden Anfängen eines Jahrhunderts wegfallen,

und

und nur das vierte Jahrhundert mit einem Schaltjahre anfangen. Demnach Ao. 1600 ein Schaltjahr; 1700, 1800 und 1900 gemeine Jahre, und 2000 wieder ein Schaltjahr seyn rc. Hiedurch wurde der bey der julianischen Rechnung sich nach 400 Jahren anhäufende Fehler von drey überschüßigen Tagen, bis auf eine Kleinigkeit, abgeholfen, denn es bleibt alsdann nur noch eine Abweichung von 3 Stunden vom wahren Sonnenjahr übrig, die erst nach 3200 Jahren einen ganzen Tag austragen wird. 3) Um endlich den 14ten Tag des Neumonden, oder den ersten Vollmond im Frühling, zur Bestimmung der Osterfeyer, richtig zu finden, sollten dazu die Epacten (davon nachher ein mehreres) in den Calendern eingeführt und gebraucht werden.

§. 750. Dieser neue gregorianische Calender wurde hierauf in allen catholischen Staaten eingeführt, dahingegen blieb man in den protestantischen Ländern von Europa noch über ein ganzes Jahrhundert, theils aus Beysorge dem Pabst zuviel nachzugeben, und dann unter dem Vorwande, daß auch die neue Calenderrechnung noch nicht völlig astronomisch richtig sey, beym alten julianischen Calender, und zählte folglich 10 Tage weniger als die Catholiken. Dieser Unterschied ging Ao. 1700 auf 11 Tage, weil dieses Jahr nach der julianischen Anordnung ein Schaltjahr; hingegen nach der gregorianischen Rechnung, wie oben bemerkt worden, ein gemeines Jahr ist. Hiernach wird man Ao. 1800 im gregorianischen Calender 12,

Ao. 1900 ... 13. Ao. 2000, weil dies Jahr ein in beyden Calendern gemeinschaftliches Schaltjahr ist, gleichfalls 13 Tage früher als im julianischen das Jahr anfangen.

Von der Einführung des verbesserten Calenders.

§. 751.

Die Unordnungen und Mißhelligkeiten, welche in den protestantischen und catholischen Ländern, die so eben angeführte verschiedene Art, die Tage zu zählen, im gemeinen Leben nicht selten veranlaßte, bewog endlich den protestantischen Ständen in Deutschland, Holland, Dännemark, Schweiz ꝛc. mit dem Anfange des achtzehnten Jahrhunderts, sich dieserhalb mit den Catholiken zu vereinigen, und mit ihnen gemeinschaftlich den neuen gregorianischen Calender anzunehmen, wozu der Herr von Leibnitz, Weigel und andere berühmte Männer behülflich waren. Es wurden demnach im Jahr 1700 aus ihren Calender 11 Tage herausgelassen, und vom 18ten Februar sogleich auf den ersten März fortgezählt. Wegen gewisser Abweichungen von den im gregorianischen Calender üblichen Hülfsmitteln, zur Berechnung der Feste, wurde dieser protestantische Calender der verbesserte genannt, ob man gleich sonst in denselben die Einrichtung der Schaltjahre wie in jenen beybehielte. Erst Ao. 1752 haben die Engländer den neuen und verbesserten Calender angenommen, und in diesem Jahre nach den 20sten August sogleich den ersten September gezählt.

zählt. Im folgenden 1753sten Jahre wurde er auch in Schweden eingeführt, man rechnete daselbst nach den 17ten Februar sogleich den ersten März. Blos in Rußland ist anjetzt noch der alte julianische Calender im Gebrauch, so, daß die Russen 11 Tage weniger als wir zählen. Wiewol sie in der Handlung bereits anfangen nach den neuen Calender zu rechnen, oder doch wenigstens z. B. $\frac{8}{19}$ Januar, das heißt: den 8ten Januar nach den alten, oder den 19ten nach den neuen Calender schreiben.

Von den Cyclis.

§. 752.

Um eine Jahrzahl von der andern desto leichter unterscheiden zu können, hat man gewisse Circul erdacht, nach deren Umläufen die Zeiten wieder wie vorhin anfangen. Es ist hiebey zu merken:

1) Der Sonnencircul und die Sonntagsbuchstaben.

Der Sonnencircul ist eine Periode von 28 Jahren, nach deren Verfluß die Wochentagen wieder an gleichen Monatstagen, und in eben der Ordnung einfallen. So wie wir anjetzt gewohnt sind, die Jahren dieses Circuls zu rechnen, fängt derselbe 9 Jahr vor der christlichen Zeitrechnung an. Um demnach die Zahl des Sonnencirculs im julianischen oder gregorianischen Calender zu finden, werden zu dem gegebenen Jahre 9 addirt, und die

Summe durch 28 dividirt, so zeigt der Quotient an, wie oft seit dem Anfange dieser Periode dieser Circul herumgekommen, und der Ueberrest giebt die gesuchte Zahl des Sonnencirculs, wenn nichts übrig bleibt, so ist 28 der Sonnencircul z. B. für Ao. 1778.

$$\begin{array}{r} 1778 \\ +\ 9 \\ \hline 28)\ 1787 \\ \hline 63 \end{array}$$

63 ... Rest 23 für den Sonnencircul. Im folgenden 1779sten Jahre wird derselbe 24; Ao. 1780. 25 u. s. f. seyn.

§. 753. Dieser Circul würde in 7 Jahren herumkommen, wenn keine Schaltjahre wären, indem sich 7 × 365 durch 7 gerade dividiren läßt, wegen des Schaltjahres aber gehören 4 × 7 = 28 Jahre dazu. Es ist auch begreiflich, daß der Sonnencircul nur in den julianischen Calender beständig in einem fortgeht, da er hingegen im gregorianischen, theils wegen der Ao. 1582 aus denselben herausgelassenen 10 Tagen, und dann auch wegen der aufgehobenen Schaltjahre für 1700, 1800 und 1900 unterbrochen wird.

§. 754. Man benennt durch alle Tage des Jahres die sieben Wochentagen mit den ersten sieben Buchstaben des Alphabeths von A bis G, so daß der erste Januar allemal A heißt; der Buchstab, welcher alsdann auf den ersten, und folglich allen übrigen Sonntagen des Jahrs fällt, heißt der Sonntagsbuchstab. Gesetzt nun, ein gemeines

Jahr

Jahr fange mit einem Sonntag oder den ersten Wochentag an, so ist A der Sonntagsbuchstab für dasselbige Jahr, dies Jahr hat 52 Wochen und 1 Tag, und folglich wird der letzte Tag im Jahr abermals ein Sonntag seyn und den Buchstab A führen, der darauf folgende Montag ist der erste Tag des folgenden Jahres, und wenn man demselben den Buchstab A giebt, so kommt G auf den ersten und allen folgenden Sonntagen, und giebt den Sonntagsbuchstab für das zweyte Jahr an. Hiernach läßt sich schliessen, das im dritten Jahr F der Sonntagsbuchstab seyn werde, und das daher die Ordnung der Buchstaben rückwärts von einem Jahr zum andern gehe. Das vierte Jahr ist nun ein Schaltjahr, worin der Februar 29 Tage hat; daher wird der Sonntagsbuchstab E desselben nur bis zum Schalttage, oder dem 24sten Februar inclusive dienen können, da dieser Schalttag mit den vorhergehenden 23sten Februar einen gleichen Buchstab erhält, und der zunächst folgende Sonntag wird mit D bezeichnet seyn, und den Sonntagsbuchstab für die übrigen 10 Monate des Schaltjahrs bestimmen, daher kommen in einem Schaltjahre zwey Sonntagsbuchstaben vor.

§. 755. Um in diesem Jahrhundert den Sonntagsbuchstab des gregorianischen Calenders zu finden, verfährt man also: Man dividiret die seit 1700 verflossene und um ihren vierten Theil vermehrte Anzahl Jahre durch 7, und zieht den Ueberrest, nachdem es angeht, von 3 oder 10 ab, so ergiebt sich die Zahl des Sonntagsbuchstabens,

wenn

wenn A = 1; B = 2; C = 3; D = 4 u. s. w. gesetzt wird. Z. B. für 17 | 78

$$
\begin{array}{r}
78 \\
+19\ (\tfrac{1}{4} \\
\hline
97 \\
\hline
7)\ 13..\ \text{Rest}\ 6 \\
10 \\
\hline
4 = D
\end{array}
$$

der gesuchte Sonntagsbuchstab.

§. 756. Folgende Tafel zeigt, wenn der Sonnencircul bekannt ist, die Sonntagsbuchstaben, sowol des julianischen als gregorianischen Calenders, für letztern aber nur von 1700 bis 1800.

☉ Circ.	Jul.	Greg.	☉ Circ.	Jul.	Greg.	☉ Circ.	Jul.	Greg.
1	G F	D C	10	B	F	19	E	B
2	E	B	11	A	E	20	D	A
3	D	A	12	G	D	21	C B	G F
4	C	G	13	F E	C B	22	A	E
5	B A	F E	14	D	A	23	G	D
6	G	D	15	C	G	24	F	C
7	F	C	16	B	F	25	E D	B A
8	E	B	17	A G	E D	26	C	G
9	D C	A G	18	F	C	27	B	F
						28	A	E

§. 757. Wenn der Sonntagsbuchstab bekannt ist, so läßt sich nach folgenden Täflein sehr bequem finden, auf welchen Wochentag ein jeder vorgegebener Monatstag einfällt.

Jul.

Jul.	Sept.	Jun.	Febr.	Aug.	May	Jan.
5	7	4	12	6	3	11
April	Dec.		März			Oct.
2	10		1			8
			Nov.			
			9			
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				
G	F	E	D	C	B	A
Sonnt.	Montag	Dienst.	Mittew.	Doñerst.	Freytag	Soñab.
☉	☾	♂	☿	♃	♀	♄

Z. B. Ao. 1778 ist der Sonntagsbuchstab, wie vorher gefunden worden, D; man verlangt nun hiernach zu wissen, was der 20ste August in diesem Jahr für ein Wochentag sey. Der Buchstab D zeigt in der Tafel an, das alle in derselben vorkommende Monatstagen Mittewochen sind, der sich in der Tafel befindende 19te August ist also gleichfalls ein Mittewoche, und daher wird der verlangte 20ste August ein Donnerstag seyn.

Anmerk. Diese sehr nützliche Tafel trift man zuweilen auf Münzen, Sonnenuhren und Boussolen an. Gemeiniglich sind aber so wenig die Monate, als Sonntagsbuchstaben darauf verzeichnet, sondern nur ihre Zahlen bemerkt, wobey als bekannt vorausgesetzt wird, daß März der erste, April der 2te, May der dritte, u. s. w. Monat in der Ordnung sey, imgleichen, daß die Sonntagsbuchstaben rückwärts, die Wochentage aber vorwärts gezählt werden.

2. Der

2. Der Mondcircul (*Cyclus Lunae*) oder die güldne Zahl.

§. 758. Der Mondcircul ist ein Zeitraum von 19 julianischen Sonnenjahren, oder 6939 Tagen 18 Stunden, in welchen, bis auf etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden, 235 Neumonde einfallen, nach deren Verlauf die Neumonde an gleichen Tagen des Jahres wiederkehren. Das erste Jahr des Mondcirculs ist dasjenige, in welchen der Neumond am ersten Januar einfällt, welches wenigstens im gregorianischen Calender zutrift. Von diesen 235 Neumonden gehen 12 auf ein jedes Jahr, welches $19 \times 12 = 228$ Mondenmonate, wechselsweise zu 29 und 30 Tagen gerechnet, austragen, dann bleiben noch 7 Schaltmonate übrig, davon 6 . . 30 und der letzte am Ende des Circuls gesetzte 29 Tage erhält. Dieser Mondcircul wurde 430 Jahr vor C. G. von Meton erfunden, und man hielt diese Entdeckung in Griechenland für so wichtig, daß die Rechnung desselben mit goldnen Ziffern eingegraben wurde; daher die Zahl, welche das Jahr vom Anfange des Mondcirculs zeigt, noch jetzt die güldne Zahl genannt wird.

§. 759. Um sie zu finden, wird zu der vorgegebenen Jahrzahl 1 addirt, (weil nach des Dionisii Rechnung die güldne Zahl im Jahr 1 nach der christlichen Zeitrechnung 2 gewesen,) und die Summe durch 19 dividirt. Der Quotient zeigt die Anzahl der Umläufe dieses Circuls, und dessen

Ueber-

Ueberrest die Zahl des Mondcirculs an. Z. B. für 1778

$$\begin{array}{r} 1778 \\ +\ 1 \\ \hline 19)\ 1779 \\ \hline 93 \end{array}$$

93 . . rest. 12 als die gesuchte güldne Zahl, oder das 1778ste Jahr ist das 12te des Mondcirculs. Wenn nach der Division nichts übrig bleibt, so ist 19 selbst die güldne Zahl, und das vorgegebene Jahr das letzte des Mondcirculs. Die güldne Zahlen sind zur Zeit der nicänischen Kirchenversammlung in den Calendern aufgezeichnet worden; da aber die Neumonde, wegen obiger Abweichung des Mondcirculs vom Himmel, in 310 Jahren um einen Tag früher eintreffen, so geben die güldnen Zahlen anjetzt nach verflossenen 1550 Jahren die Neumonde des julianischen Calenders um 4 bis 5 Tage zu späte an.

3. Der Römer Zinszahl. (*Cyclus Indictionum.*)

§. 760. Die Indictiones waren bey den Römern, unter Constantins des Großen und der folgenden Kayser Regierung, gerichtliche Vorladungen zur Abtragung gewisser Steuern, welche, ohne daß man die Ursache davon weiß, in der Zeitrechnung einen Cyclum von 15 Jahren veranlaßten. Man bedient sich desselben seit dem Anfang des Jahres 313, und wenn diese Periode zurück geführt wird, so findet sichs, daß unter andern Anfängen derselben, einer 3 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung vor-

vorfiel. Daher entsteht folgende Regel, um der Römer Zinszahl für ein gegebenes Jahr zu finden. Man addire zu dem gegebenen Jahre 3, und dividire die Summe durch 15, so zeigt sichs im Quotienten, wie oft dieser Circul seit der Zeit herum gekommen ist, und der Ueberrest giebt die Zahl des Indictionscirculs für das vorgegebene Jahr an. Z. B. für 1778

+ 3

15) 1781

118 .. rest. 11 ist der Römer Zinszahl. Wenn nichts übrig bleibt, so ist 15 selbst der Römer Zinszahl.

Von den alten Perioden oder merkwürdigsten Zeitepochen.

§. 761.

Die julianische Periode ist das Product von den Zahlen der drey vorher angezeigten Cyclis in einander, nemlich Sonnencircul, güldne Zahl und Römerzinszahl also: 28 × 19 × 15, welches 7980 Jahre giebt, nach welchen langen Zeitraum die Zahlen dieser drey Circul erst in gleicher Ordnung wiederkehren. Da nun unsere älteste Zeitrechnung noch nicht an 6000 Jahren reicht, so lassen sich alle bisherigen Jahre durch diese drey Circul von einander unterscheiden, weil nicht zwey derselben ein und dieselben Zahlen nach allen dreyen führen.

§. 762. Scaliger hat diese julianische Periode zuerst als einen allgemeinen Maaßstab in der Chronologie eingeführt, worauf sich alle übrigen Epochen reduciren lassen. Die julianische Periode fängt 4713 Jahr vor der christlichen Zeitrechnung an, als in welchem Jahr sowol der Sonnencircul als Römer Zinszahl und güldne Zahl 1 war. Daher giebt die Summe einer gegebenen Jahrzahl und 4713 das Jahr der julianischen Periode z. B. für 1777

1777 Jahr
+ 4713

giebt das 6490ste Jahr der julianischen Periode für 1777. Einige Chronologen haben die Epochen der himmlischen Bewegungen und der Zeitrechnung bis auf den Anfang der julianischen Periode zurück geführt.

§. 763. Wenn in einem Jahre der christlichen Zeitrechnung der Sonnencircul, die güldne Zahl und der Römer Zinszahl bekannt ist, so läßt sich daraus, nach folgenden Regeln, das Jahr der julianischen Periode finden. Man nehme die Summe der Producte von 3780 durch die güldene Zahl, und 1064 durch der Römer Zinszahl; von dem Product 4845 durch den Sonnencircul, (vermehrt wenn es nöthig ist um 7980). Der Unterschied wird durch 7980 dividirt (wenn es angeht), und der Ueberrest zeigt die Zahl der julianischen Periode. Z. B. für 1777 ist der Sonnencircul 22; die güldne Zahl 11, und der Römer Zinszahl 10.

Demnach: $3780 \times 11 = 41580$
$1064 \times 10 = 10640$
52220
$4845 \times 22 = 106590$
$7980)\ 54370$

Quotient 6 . . . rest. 6490, welches die Zahl der julianischen Periode im Jahr 1777 nach C. G. ist.

§. 764. Sucht man im Gegentheil für ein gegebenes Jahr der julianischen Periode den Sonnencircul, die güldne Zahl und der Römer Zinszahl, so dividire man das gegebene Jahr durch 28, 19 und 15, so wird im ersten Fall der Sonnencircul, im zweyten die güldne Zahl, und im dritten der Römer Zinszahl übrig bleiben. Z. B. für das Jahr 6490 ... 6490

28) rest. 22 Sonnencircul. 19) rest. 11 güldne Zahl.

6490
15) rest. 10 Römer Zinszahl.

§. 765. Die merkwürdigste Zeitepoche ist die von der Schöpfung, wiewol sich, da wir das eigentliche Alter der Welt nicht wissen, hiebey nur die Zeit als der Anfangstermin festsetzen läßt, bis zu welcher die älteste Geschichte der Erde, worauf uns die Bibel führt, hinansteigt. In deren Bestimmung finden sich aber bey den Geschichtschreibern noch sehr viele Wiedersprüche. Sie wird unter andern von Petavius in das 730ste Jahr der julianischen Periode, 3984 Jahr vor C. G., oder eigent-

gentlich nach der gemeinen Rechnung 3983 gesetzt, so, daß hiernach das 1777ste Jahr das 5760ste Jahr der Welt wäre. Allein Scaliger bringt das 764ste Jahr der julianischen Periode heraus, nach welcher Rechnung das 1777ste Jahr mit dem 5726sten Jahr der Welt übereinstimmt, und hiemit kommt Calvisius überein. Die Griechen der neuern Zeiten zählen in unserm 1777sten Jahre schon 7285 Jahre von Erschaffung der Welt. Dieser Jahrrechnung bedienten sich auch ehedem die Russen, welche nun ihre Jahre gleichfalls von der Geburt Christi an rechnen.

§. 766. Die Juden rechnen ihre Jahre gleichfalls von der Schöpfung, zählen aber viel weniger. Nach ihrer Rechnung fällt der Welt Anfang in das 953ste Jahr der julianischen Periode, und dessen 7ten October. Da nun dieser Periodus 4713 Jahr vor C. G. anfängt, so zählen die Juden Ao. 1777 das 5537ste Jahr der Welt. Wenn man ihre Jahrzahl mit 19 dividirt und es bleiben 3, 6, 8, 11, 14, 17 übrig, so ist es ein Schalt; restiren aber andere Zahlen, ein gemeines Jahr. Hiernach wird das 5537ste Jahr ein Schaltjahr von 13 Monaten seyn, ob es aber ein abgekürztes, ordentliches, oder überzähliges ist, kann erst bey Anwendung obiger Regeln (§. 742.) festgesetzt werden.

§. 767. Die Griechen zählten ihre Jahre von der Einführung der olympischen Spiele. Diese Spiele oder ritterliche Uebungen wurden alle vier Jahre in Griechenland gefeyert, und daher hieß ein Zeitraum von vier Jahren eine Olympiade.

Ihr Anfang wird in das 3938ste Jahr der julianischen Periode, 776 Jahr vor C. G. gesetzt, als in welchem Jahre Iphitus, König zu Elis, diese Spiele in Griechenland erneuerte. Unser 1777stes Jahr ist daher das 2553ste der Olympiaden, und eigentlich, wenn man diese Zahl durch 4 dividirt, das erste Jahr der 639sten Olympiade. Diese Jahre der griechischen Zeitrechnung fangen sich allemal im Julio an.

§. 768. Die alten Römer setzten die Erbauung der Stadt Rom als ihre Epoche fest. Diese wird von Varron in das 3961ste Jahr der julianischen Periode und dessen 21sten April, folglich 753 Jahr vor C. G. gesetzt. Daher ist das 1777ste Jahr der christlichen Zeitrechnung das 2530ste nach Erbauung der Stadt Rom.

§. 769. Die Epoche des Nabonassars nahm mit der Gründung des babylonischen Reichs ihren Anfang. Diese Jahrrechnung ist freylich schon längstens abgeschaft, unterdessen, da sich Hypparchus und Ptolemeus derselben bey ihren astronomischen Beobachtungen und Rechnungen bedient haben, so ist selbige noch den Astronomen wichtig. Ihr Anfang fällt auf den 26sten Februar des 3967sten Jahres der julianischen Periode. Hiernach werden auch die ägyptischen Jahre gerechnet. Diese Jahre haben 12 Monate, jeder zu 30 Tagen, und am Ende derselben werden noch 5 Tage eingeschaltet, so, daß 365 Tage herauskommen. 1461 nabonassarische Jahre geben 1460 julianische. Man verlangt hiernach z. B. für 1777 das nabonassarische

sche Jahr zu finden; das 1777ste Jahr der christlichen Zeitrechnung ist das 6490ste Jahr der julianischen Periode. Von 3967 bis 6490 sind 2523 julianische Jahre verflossen, welche 2524 nabonassarische Jahre und 266 Tage geben, demnach kommt der Anfang des 1777sten Jahres mit dem 2525sten nabonassarischen überein. Es trift alle vier Jahr, wegen des zurückgebliebenen Schalttages, um einen Tag früher ein.

§. 770. Der Tod Alexanders des Großen erfolgte den 19ten Julius im 4390sten Jahre der julianischen Periode, oder 323 Jahre vor C. G. Diese Epoche dient den Astronomen zuweilen, um die astronomischen Beobachtungen des Hypparchus, welche Ptolemeus uns aufbehalten hat, auf die richtige Zeit reduciren zu können, weil einige derselben nach dieser Epoche angesetzt sind.

§. 771. Die Jahrzahl der Türken und Araber wird von der Flucht Mahomeds aus Mecca nach Medina, welche am 16ten Julii Ao. 622, oder im 5335sten Jahre der julianischen Periode geschehen ist, angerechnet. Sie heißt Hegira und ihre Jahre sind ordentliche Mondenjahre von 354 oder 355 Tagen, welche nach einem Circul von 30 Jahren in gleicher Ordnung wiederkehren; 1461 solcher Circul geben 42524 julianische Jahre. Folgendermaassen findet man hiernach das Jahr der Hegira für 1777: Vom 16ten Julii 622 bis 16ten Julii 1777 sind verflossen 1155 julianische Jahre, jedes durchaus zu $365\frac{1}{4}$ Tagen gerechnet. Man setze: 42524 julianische Jahre:

1461 Circul = 1155 julianische Jahre: 39 Circul 20 Jahre und 167 Tage. Nun machen 39 Circul + 20 Jahren = 39 × 30 + 20 = 1190 türkische Jahre. Demnach sind 1777 den 16ten Julius alten Calenders verflossen 1190 türkische Jahre, und noch überdem 167 Tage, folglich trift 167 Tage vor den 16ten Julius, nemlich am 29sten Januar alten oder 9ten Februar gregorianischen Calenders Ao. 1777 der Anfang des 1191sten Jahres der Hegira ein.

§. 772. Die Perser rechneten ehedem ihre Jahre von der Regierung ihres letzten Königes Yezdegirde. Der Anfang dieser Epoche fällt in das 5345ste Jahr der julianischen Periode, oder 632 Jahr nach C. G. den 16ten Julii, und diese Jahrrechnung kömmt in allen Stücken mit der nabonassarischen überein, außer, daß es sich vom 16ten Julii anfängt, und die Monate andere Namen haben. Unter den Sultan Gelal aber haben die Perser ihre Jahrform verändert, und die richtige Länge des Sonnenjahrs dabey zum Grunde gelegt.

§. 773. Das erste Jahr der christlichen Zeitrechnung ist der gemeinen Rechnung nach, das 4713te der julianischen Periode; das 3983ste Jahr der Welt, und das 46ste nach Julius Cäsars Calenderverbesserung. Die Geburt Christi soll eigentlich am Ende des zweyten Jahres vor der christlichen Zeitrechnung fallen, ja einige Geschichtsschreiber setzen selbige noch zwey Jahre weiter zurück. Josephus meldet nemlich in seinen jüdischen Alterthümern, daß kurz vor dem Tode des Königs

Hero=

Herodes des Großen, welcher ein oder zwey Jahre nach C. G. starb, eine Mondfinsterniß vorgefallen sey. Nach den astronomischen Tafeln hat sich aber diese Finsterniß im vierten Jahr vor der gemeinen Rechnung in der Nacht vom 12ten auf den 13ten März zugetragen. Die Ungewißheit in Ansehung des eigentlichen Geburtsjahres des Heilandes, ist auch vornemlich der Ursache zuzuschreiben, weil es erst 525 Jahre hernach, den römischen Abt Dionysius einfiel, dasselbe als einen Anfangstermin der Zeitrechnung in der abendländischen Christenheit einzuführen.

Von den Epacten oder Mondzeiger.

§. 774.

Ein astronomisches Mondenjahr hat 354, ein bürgerliches Sonnenjahr aber 365 Tage. Der Unterschied beläuft sich jährlich auf 11 Tage. Nach zwey Jahren auf 22, nach drey auf 33, oder da die Summe über einen ganzen Monat = 30 Tage geht, auf 3; nach 4 Jahren auf 14; nach 5 auf 25; nach 6 auf 36 oder 6 u. s. f. Diese Unterschiede der Tage im Sonnen- und Mondenjahre heißen Epacten. Wenn solche wie hier nur in ganzen Tagen fortgehen, so werden sie kirchliche genannt, und dienen blos, in dem seit 1582 eingeführten gregorianischen oder catholischen Calender nach den Regeln der Kirche, die Tage der kirchlichen Neumonde, wornach die Feste gerechnet werden, zu bestimmen. Sie kommen daher nicht mit

den astronomischen Epacten überein, nach welchen der genauere Unterschied des mittlern Sonnen- und Mondenjahres sich auf 10 Tage 21 St. 0′ 9″ beläuft

§. 775. Die Calender- oder kirchlichen Epacten sollen eigentlich das Alter des Mondes am ersten Tage des Jahrs anzeigen. Ist daher die Epacte für ein gewisses Jahr 0, so trift hiernach der Neumond am ersten Januar ein. Beym Anfang des folgenden Jahres wird die Epacte oder das Alter des Mondes 11 seyn, weil sich das Mondenjahr 11 Tage früher als das Sonnenjahr endigt Addirt man nun für jedes folgende Jahr 11 hinzu, und zieht so oft es angeht, 30 ab, so wird sichs finden, daß die Epacten mit der güldnen Zahl nach 19 Jahren wiederkehren, weil nach deren Verfluß die Neumonde wieder an gleichen Monatstagen fallen. Am Ende des Mondcirculs, oder wenn die güldne Zahl von 19 bis auf 1 geht, wird unterdessen statt 11 ... 12 addirt, weil der letzte Mondenmonat im letztern Jahre des Mondcirculs nur zu 29 Tage gerechnet wird. (§. 758.) Da aber im gregorianischen Calender nur das vierte hunderte Jahr ein Schaltjahr ist, so gehen die Epacten in diesem Calender für ein jedes Jahrhundert in einer andern Ordnung als im alten julianischen fort, und man erhält die Epacten des erstern wenn man von den Epacten des letztern den Unterschied der Tage im neuen und alten Calender demnach im jetzigen Jahrhundert 11 abzieht.

§. 776. Folgende Tafel zeigt hiernach die der güldnen Zahl im julianischen Calender für beständig, im gregorianischen aber von 1700 bis 1800 zukommende Epacte.

güldn. Zahl.	Julian. Epacten.	Gregorian. Epacten.	güldn. Zahl.	Julian. Epacten.	Gregorian. Epacten.
1	XI	XXX od. *	11	I	XX
2	XXII	XI	12	XII	I
3	III	XXII	13	XXIII	XII
4	XIV	III	14	IV	XXIII
5	XXV	XIV	15	XV	IV
6	VI	XXV	16	XXVI	XV
7	XVII	VI	17	VII	XXVI
8	XXVIII	XVII	18	XVIII	VII
9	IX	XXVIII	19	XXIX	XVIII
10	XX	IX	1	XI	XXX od. *

Um auch im julianischen Calender die Epacte eines vorgegebenen Jahres zu finden, darf man nur die güldne Zahl mit 11 multipliciren, so wird selbige im Product, wenn es unter 30 ist, sich ergeben, widrigenfalls wird dies Product durch 30 dividirt, so zeigt sie sich im Rest. Als Ao. 1778 war die güldne Zahl 12 und demnach $12 \times 11 = \frac{132}{30} = 4$ restirt XII als die Epacte des julianischen Calenders, werden hievon im gegenwärtigen Jahrhundert XI subtrahirt, so bleibt I die gregorianische Epacte übrig.

Von der Einrichtung des Calenders und der Festrechnung.

§. 777.

Es sind, wie bereits aus den vorigen erhellet, in der Christenheit dreyerley Calender bisher einge-

führt. 1) Der alte julianische. 2) Der neue gregorianische oder catholische, und 3) der verbesserte oder protestantische. Der alte julianische geht vornemlich dadurch von den übrigen ab, daß er in dem jetzigen Jahrhundert 11 Tage weniger zählt. Der verbesserte ist darin hauptsächlich von dem gregorianischen unterschieden, daß das Osterfest in demselben auf eine andere Art bestimmt, und viele Namenstage der Heiligen verändert worden. Unsere ganze Festrechnung gründet sich auf einen Schluß der nicänischen Kirchenversammlung im vierten Jahrhundert, welcher schon oben angezeigt worden, daß nemlich: Ostern an dem Sonntage gefeyert werden soll, der zunächst auf den ersten Vollmond nach dem Frühlingsäquinoctio folgt, und das, wenn dieser Vollmond selbst auf einen Sonntag einfällt, das Osterfest bis auf den nächstfolgenden Sonntag verlegt werde. Das letztere soll auch geschehen, wenn es sich fügte, daß der Ostersonntag auf den ersten jüdischen Ostertag fiele, um niemals mit den Juden zugleich Ostern zu feyern.

§. 778. Im gregorianischen Calender wird nun der Ostervollmond nach den kirchlichen Epacten berechnet, weil solche aber nicht genau mit den Himmel übereinstimmen, so gingen die evangelischen Stände, als sie 1700 den neuen Calender annahmen, in diesem Punct von den Gregorianern ab, und beschlossen, daß der Ostervollmond in ihren verbesserten Calender, so wenig nach der im julianischen Calender gebräuchlichen dionysischen Rechnung als den gregorianischen Epacten, sondern nach

nach richtigen astronomischen Rechnungen bestimmt werden sollte; da nun damals die rudolphinischen Tafeln des Keplers für die richtigsten gehalten wurden, so beschloß man, nach denselben allemal das Frühlingsäquinoctium, und hiernächst den darauf folgenden Vollmond unter den Uranienburger Meridian zu berechnen, und darnach Ostern zu feyern. Folglich wurden hiedurch in den verbesserten protestantischen Calender die alten Cyclis zur Bestimmung der Feste völlig bey Seite gesetzt.

§. 779. Bis Ao. 1723 zeigte sich zwischen den astronomischen Rechnungen der Protestanten und der cyclischen der Catholiken keine solche Abweichung, daß nicht die Osterfeyer in beyden Kirchen an einen und demselben Sonntag einfiel. Allein 1724 gab die astronomische Rechnung die Frühlingsnachtgleiche auf den 20sten März und den Ostervollmond auf den 8ten April an einem Sonnabend, demnach feyerten die Protestanten am 9ten April Ostern. Der gregorianische Cyclus aber gab den Vollmond unrichtig auf den 9ten April, als den Sonntag selbst an, und daher mußten (nach dem Schluß des nicänischen Conciliums) die gregorianischen Ostern auf den 16ten April verlegt worden. Ao. 1744 fand sich ein ähnlicher Unterschied, welcher sich auch im gegenwärtigen 1778sten Jahre zugetragen, und noch einmal in diesem Jahrhundert, nemlich Ao. 1798 wiederkommen wird. Ueberdem fallen in diesen beyden letztern Jahren die jüdischen Ostern mit den Ostersonntag des verbesserten Calenders zusammen, damit müssen die Ostern der

Pro-

Protestanten auf 8 Tage hinaus gesetzt werden, um den Schluß jener alten Kirchenversammlung nachzukommen, und auf solche Art werden alsdenn wieder die protestantischen und gregorianischen Ostern auf einen und demselben Sonntag gefeyert.

§. 780. Folgende Tafel zeigt, wenn die güldne Zahl, der Sonntagsbuchstab und die Epacte des gregorianischen Calenders bekannt ist, den Ostervollmond für dieses Jahrhundert, sowol im julianischen als gregorianischen Calender.

güldne Zahl	Jul. Ostervoll☾			Gregorian. Epacten.	Greg. Ostervoll☾		
1	5	April	d	*	13	April	e
2	25	März	g	XI	2	April	a
3	13	April	e	XXII	22	März	d
4	2	April	a	III	10	April	b
5	22	März	d	XIV	30	März	e
6	10	April	b	XXV	18	April	c
7	30	März	e	VI	7	April	f
8	18	April	c	XVII	27	März	b
9	7	April	f	XXVIII	15	April	g
10	27	März	b	IX	4	April	c
11	15	April	g	XX	24	März	f
12	4	April	c	I	12	April	d
13	24	März	f	XII	1	April	g
14	12	April	d	XXIII	21	März	c
15	1	April	g	IV	9	April	a
16	21	März	c	XV	29	März	d
17	9	April	a	XXVI	17	April	b
18	29	März	d	VII	6	April	c
19	17	April	b	XVIII	26	März	a

Bey-

Beyspiel für 1777.

Die güldne Zahl ist in beyden Calendern 11.
Der Sonntagsbuchstab im gregorian. E
" " " " im julian. A
Die Epacte im gregorian. XX
Die güld. Zahl 11 zeigt den jul. Voll☾ den 15. April.
Der Buchstab g deutet einen Sonnabend an, weil der Sonntagsbuchstab A ist, daher ist der folgende Tag, oder der 16. April der Ostersonntag.

Die Epacte XX giebt den Ostervoll☾ des gregor. Calenders den 24sten März, und der Buchstab f deutet an, auf einen Montag, weil der Sonntagsbuchstab E ist, daraus folgt, das am 30sten März, als den nächstfolgenden Sonntag, die gregorianischen Ostern einfallen. Die astronomische Rechnung giebt gleichfalls den Vollmond am 24sten März, einem Montag des Morgens um 4 Uhr an, und daher fallen die Ostern des verbesserten Calenders mit den gregorianischen am 30sten März zusammen.

Anmerk. Die Ostergränzen sind zwischen den 22sten März und 25sten April eingeschlossen, so, daß Ostern niemals früher und niemals später einfallen kann.

§. 781. Ich finde nicht nöthig, hier alle die verschiedenen Streitigkeiten zu erwehnen, welche die zuweilen nicht zusammentreffende Berechnung des Osterfestes der Catholiken und Protestanten, und die Bedingung, daß der Ostersonntag nie auf den ersten Ostertage der Juden fallen müsse, veranlaßt haben, indem bey denselben nicht selten ungereimte Vorurtheile und Religionshaß die Triebfedern waren. Es würde überhaupt zur Vermeidung aller Unordnung

nung

nung am besten seyn, Ostern allemal auf einen gewissen Sonntage des Frühjahres festzusetzen, wozu aber bisher wenig Hoffnung ist. Unterdessen haben die protestantischen Stände im Jahr 1775 auf dem Reichstage zu Regensburg den Antrag des Kaysers eingewilligt: 1) Ostern im Jahr 1778, um den Juden auszuweichen, im verbesserten Calender auf acht Tage zu verlegen, und mit den Catholiken zugleich am 19ten April zu feyern; und dann 2) durch Einführung eines allgemeinen Reichscalenders, in der Zukunft unter beyden Religionspartheyen allen fernern Zwistigkeiten über diese Sache gütlich beyzulegen.

§. 782. Von Ostern hängen alle bewegliche Feste und Sonntage, die nemlich nicht immer auf einen Tag des Jahres fallen, nach den Verordnungen der Kirche ab. Der Sonntag, welcher neun Wochen vor Ostern fällt, heißt Septuagesima, die Sonntage welche diesen vorgehen, werden vom Feste Epiphania oder der sogenannten heiligen drey Könige an gerechnet. Nach Septuagesima folgen bis Ostern die Sonntage: Sexagesima, Estomihi, (den Dienstag darauf ist Fastnacht und den Mittwoch Aschermittwoch) Invocavit, Reminiscere, Oculi, Laetare, Judica, Palmarum, den Freytag darauf ist der sogenannte Charfreytag, und dann folgt Ostersonntag; 40 Tage nach Ostern ist Himmelfahrt und 50 Tage nach Ostern Pfingsten. Nach Ostern folgen alsdann die Sonntage: Quasimodogeniti, Misericordias Domini, Jubilate, Cantate, Rogate, (den Donnerstag darauf Himmelfahrt) Exaudi, Pfingstsonntag. Der

Sonn-

Sonntag nach Pfingsten heißt Trinitatis und von demselben werden alle folgende Sonntage bis zum ersten Adventsonntag fortgezählt. Dieser fällt allemal zwischen den 27. Nov. und 3. Dec. inclusive, dann folgen bis zu Weihnachten noch drey Adventsonntage. Die vier Quatember sind Fasttage bey den Catholiken, sie werden aber auch bey uns im bürgerlichen Leben gebraucht, und fallen ein an den Mittwoch 1) nach Invocavit, 2) nach Pfingsten, 3) nach Kreuzerhöhung oder nach den 14. Sept. 4) nach Luciä oder nach den 13. Dec.

§. 783. Die unbeweglichen Feste, welche beständig auf gleiche Monatstage fallen, sind: Neujahr am ersten Jan., Epiphania oder heilige drey Könige am 6ten Januar, Maria Reinigung oder Lichtmeß am 2ten Februar, Maria Verkündigung am 25sten März, Johannistag am 24sten Junius, Maria Heimsuchung am 2ten Julius, Michaelis am 29sten September, Weihnachten am 25sten December. Endlich die Aposteltage durchs ganze Jahr bey den Catholiken ꝛc.

§. 784. Weil die Juden unter uns wohnen, so ist noch von ihren vornehmsten Festen, so wie selbige nach der Ordnung unserer Monate vorkommen, folgendes zu merken. Der erste Tag ihres Monats Shebat fällt in unsern Januar, und der erste ihres Monats Tebeth in unsern December ein. Den 14ten Adar ist in gemeinen Jahren Purim oder das Hamansfest; in Schaltjahren aber den 14ten Veadar. Mit den Monat Nisan fängt ihr Kirchenjahr an; den 15ten Nisan geht allemal ihr achttägiges Oster-

Osterfest an, welches am ersten und 2ten, 7ten und 8ten Tage strenge gefeyert wird. Den 6ten und 7ten Sivan ist Pfingsten. Den 17ten Tamuz ein Fasttag, wegen der Eroberung des Tempels. Den 9ten Ab ein anderer, wegen dessen Verbrennung. Den ersten Tisri ist der Neujahrstag des bürgerlichen Jahres, welcher gemeiniglich in unserm September einfällt. Der 2te Tisri wird auch gefeyert. Den 3ten ist die Fasten Gedalja. Den 10ten der große Versöhnungstag oder die lange Nacht, wird strenge gefeyert. Vom 15ten bis 22sten ist das Lauberhüttenfest, welches den 15ten und 16ten, 21sten und 22sten strenge gefeyert wird. Den 23sten Gesetzfreude. Den 25sten Cisleu ist die Kirchweihe. Den 10ten Tebeth ein Fasttag, wegen Jerusalems Belagerung. Außerdem feyern die Juden auch noch die vier Tekuphen sehr strenge, welches Tage sind, die in den Monaten Tisri, Tebeth, Nisan und Tamuz einfallen, und an welchen der Eintritt der Sonne in ♈ ♋ ♎ und ♑ geschehen soll

Ende.



Verbesserungen.

Seite 85. §. 179. Zeile 2 statt Fixsternen soll stehen Fixstern

= 112 Zeile 2 von unten ist zu wegzustreichen.

= 280 = 1 statt $15\frac{1}{2}''$ = = $21\frac{1}{2}''$

= = = 4 = $21\frac{1}{2}$ = = $15\frac{1}{2}$

= 296. §. 459. statt $h = \frac{k}{a}$. = $h = \frac{k}{\sin. a}$

= 329 Zeile 4 von unten statt QR = QS

= 351 = 9 von unten wird mal weggestrichen.

= 559 = 3 von unten statt und = um

= 581 = 13 statt 309 = = 319.

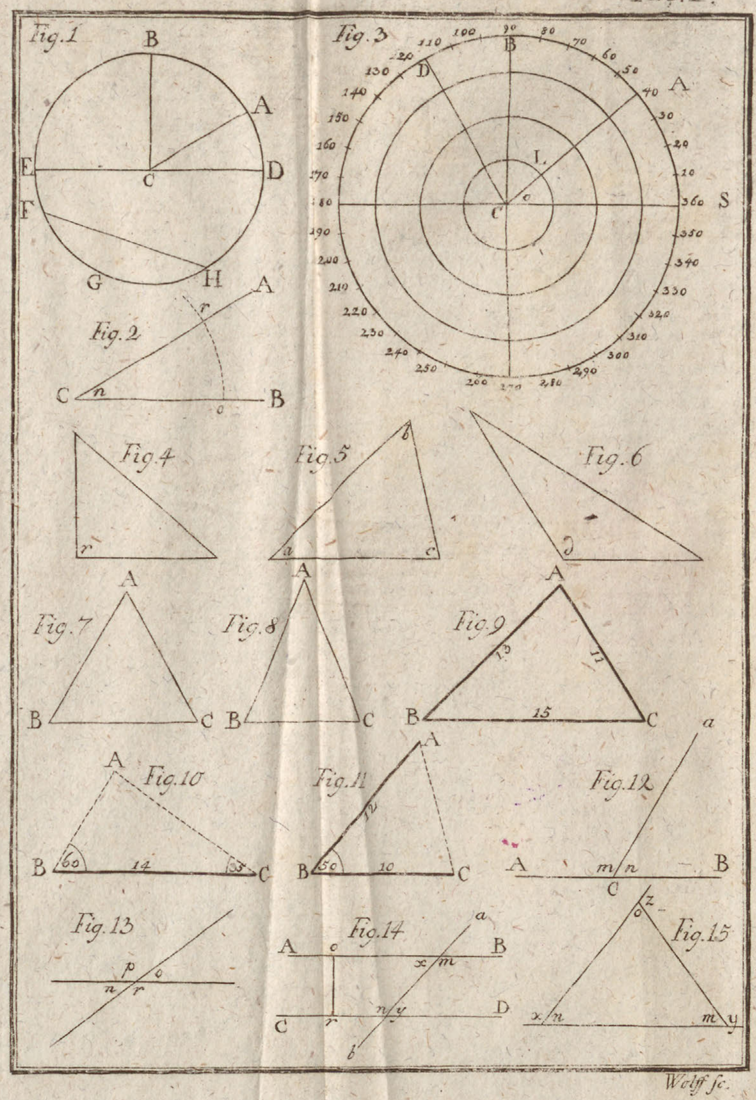
In Fig. 130 fehlt die Knotenlinie des Kometen von 1759 welche sich aber nach §. 604. leicht ziehen läßt.

In Fig. 160 fehlt die Linie BR.

Bericht an den Buchbinder.

Das erste Blatt des Bogens X wird weggeschnitten, und statt desselben das eine Blatt des besonders gedruckten Viertelbogens, mit welchem sich der neunte Abschnitt anfängt, eingesetzt und diesem der Titel und Inhalt des zweyten Theils vorgebunden; das andere Blatt kommt am Schluß des ersten Theils, nach der Tabelle Seite 320. Die Kupfer werden dergestalt an Papier geleimt, daß sie sich beym Gebrauch bequem ganz herausschlagen lassen. Wenn das Buch in zwey Bänden soll gebunden werden, so wird Tab. I. bis X. dem ersten und Tab. XI. bis XVIII. dem zweyten Theil angehängt.

Tab. I.



Wolff sc.

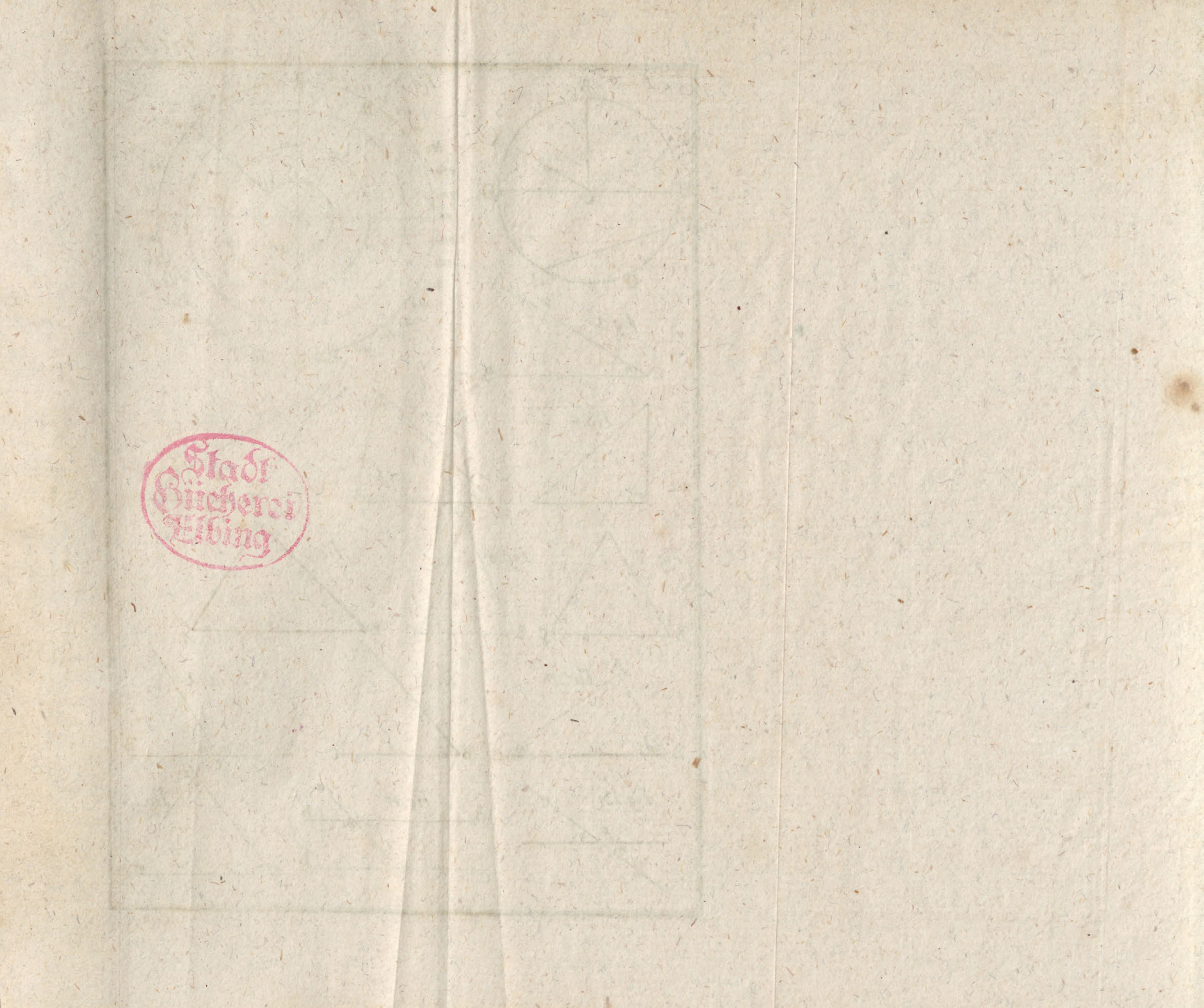

Stadt
Bücherei
Elbing

Fig. 16

Fig. 17

Fig. 18

Fig. 19

Fig. 20

Fig. 21

Fig. 22

Fig. 25

Fig. 23

Fig. 24

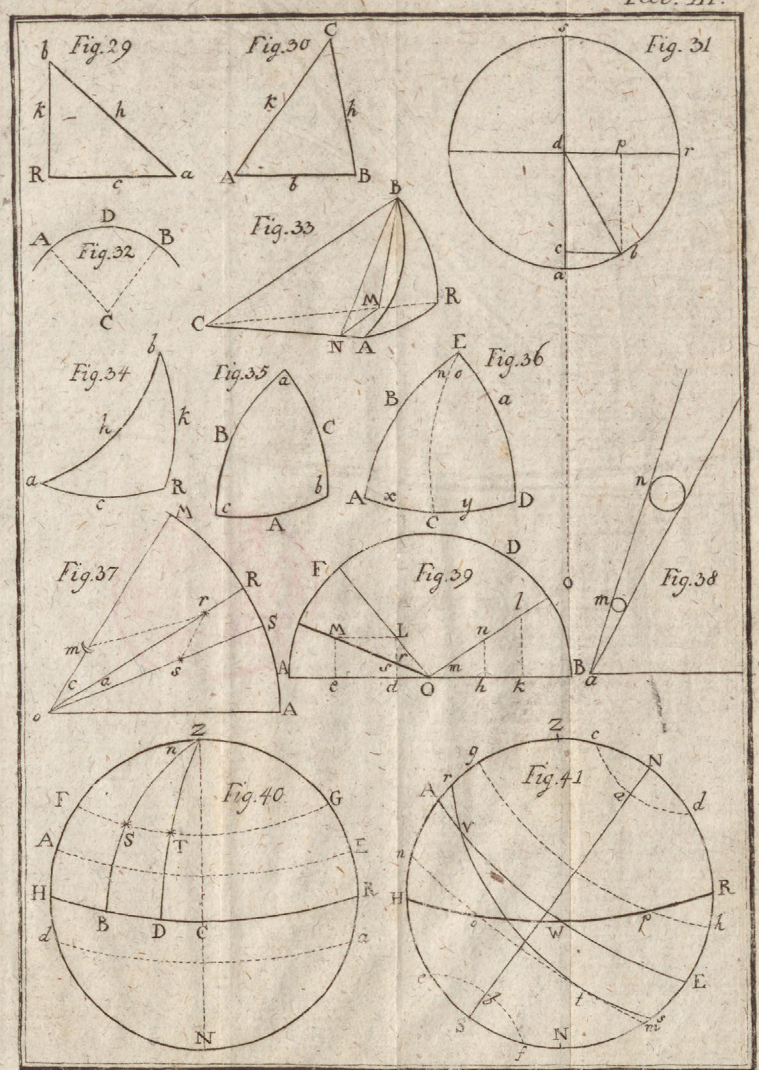
Fig. 26

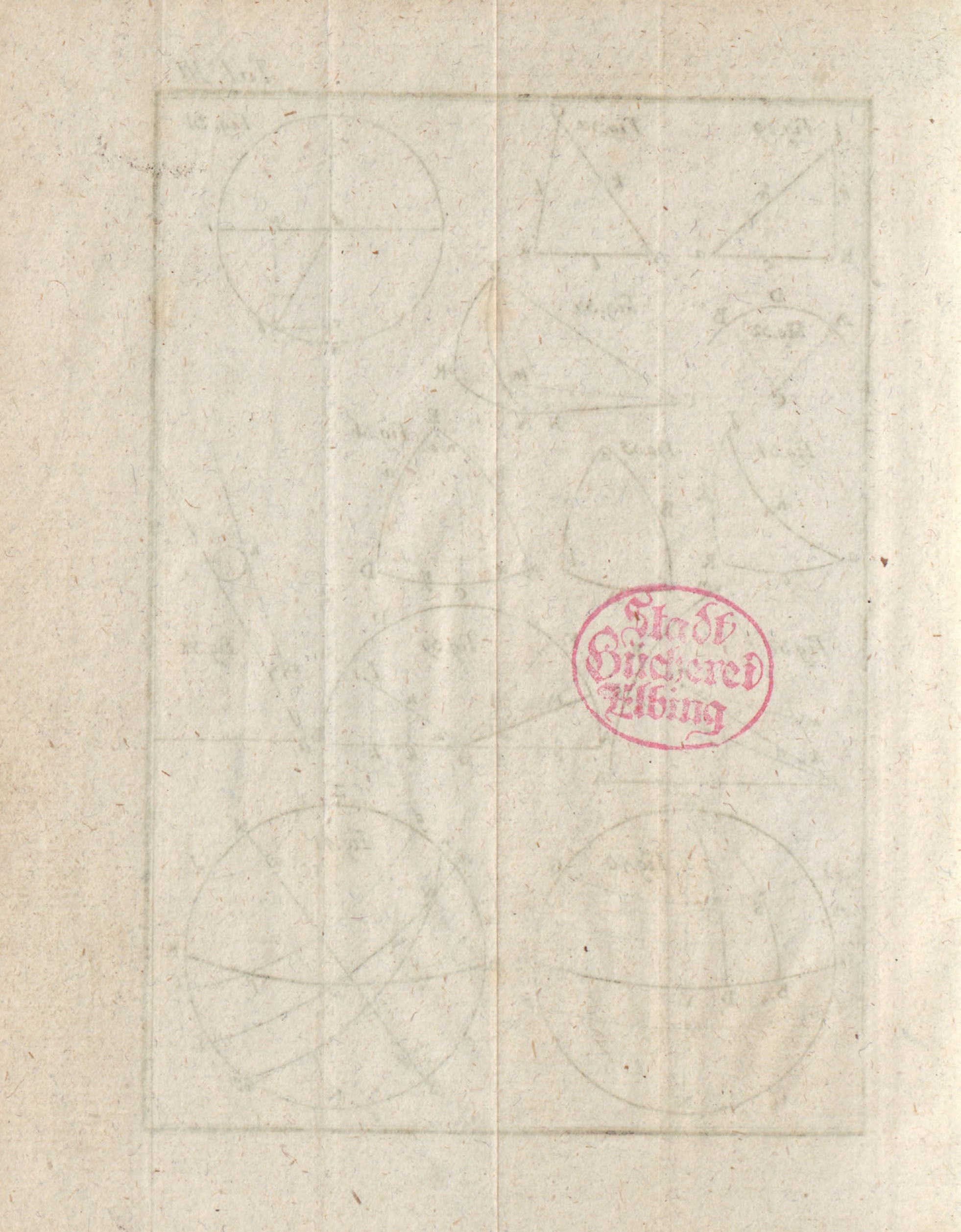
Fig. 27

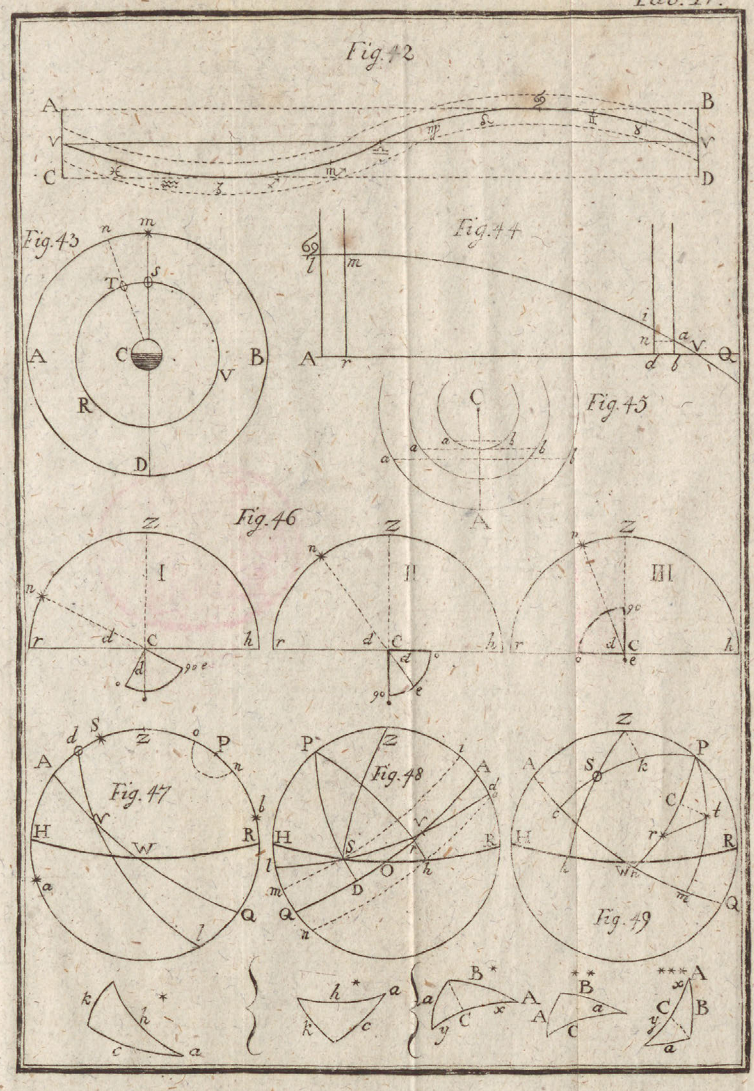
Fig. 28



Tab. III.

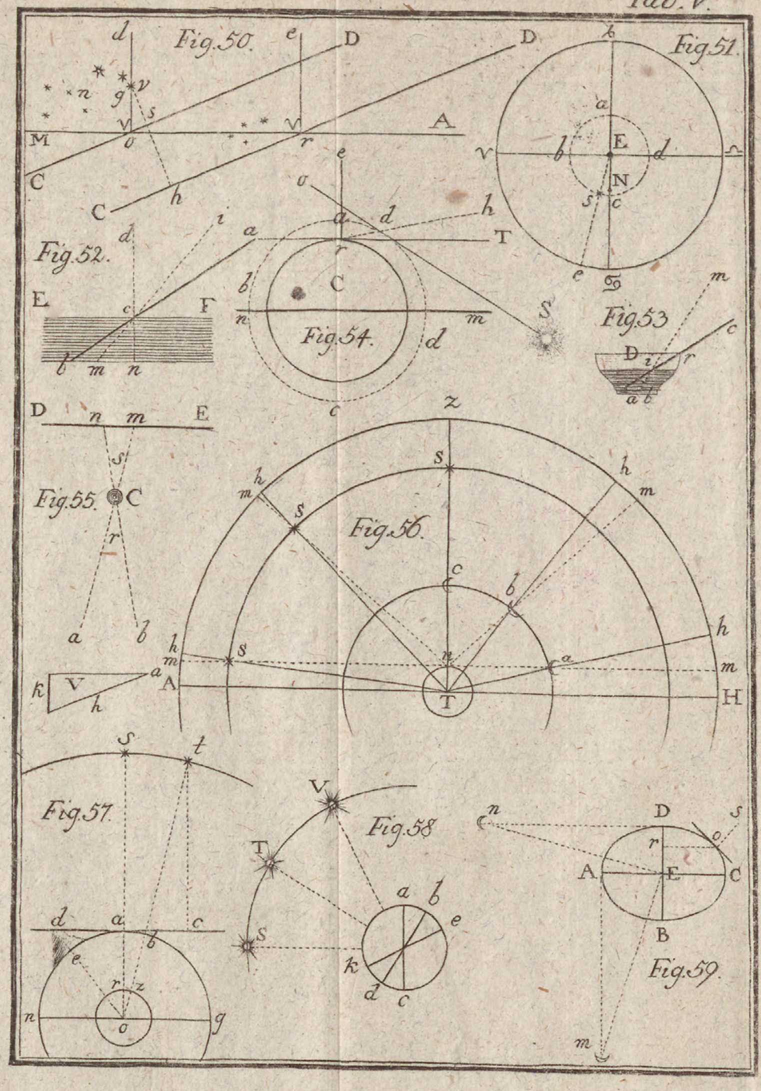

Fig. 29
Fig. 30
Fig. 31
Fig. 32
Fig. 33
Fig. 34
Fig. 35
Fig. 36
Fig. 37
Fig. 38
Fig. 39
Fig. 40
Fig. 41



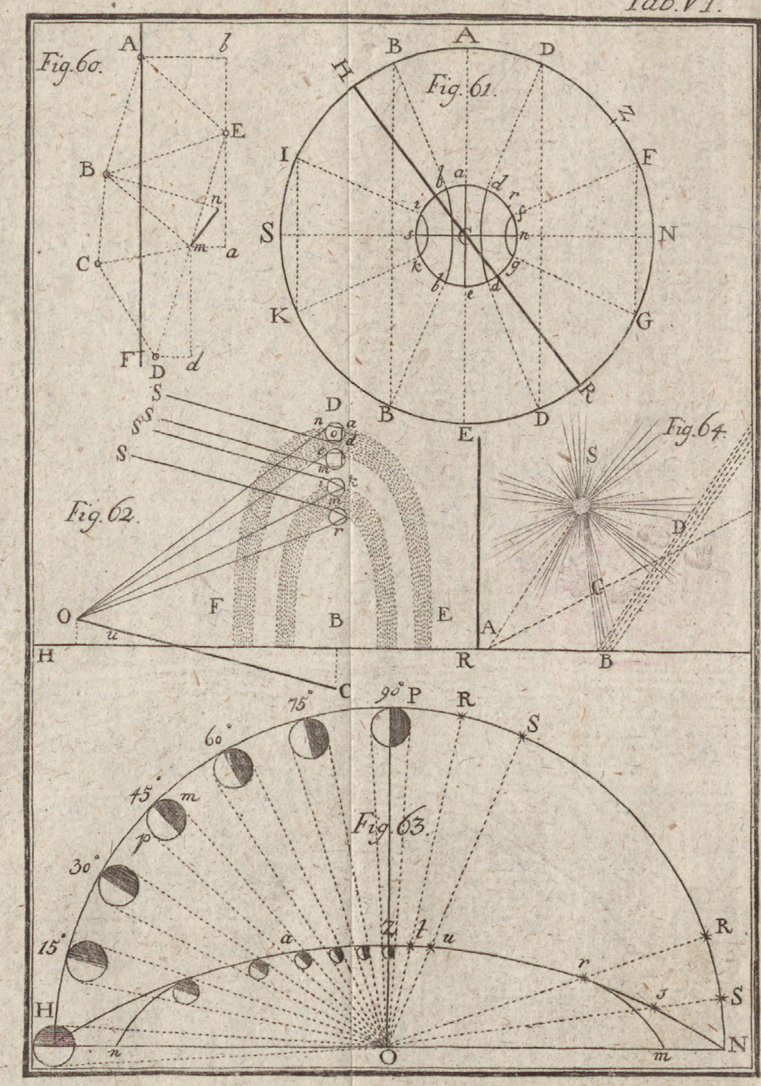

Fig. 42
Fig. 43
Fig. 44
Fig. 45
Fig. 46
Fig. 47
Fig. 48
Fig. 49



Tab. V.


Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52.
Fig. 53
Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58
Fig. 59.




Fig. 60.
A
b
E
B
n
m
a
C
F
D
d
Fig. 61.
H
B
A
D
I
F
S
N
K
G
R
E
Fig. 62.
S
D
O
F
B
E
H
u
C
R
Fig. 64.
S
D
C
A
B
Fig. 63.
90° P
75°
60°
45°
30°
15°
H
n
O
m
N
R
S
Z
t
u
r
p
m



Tab. VII

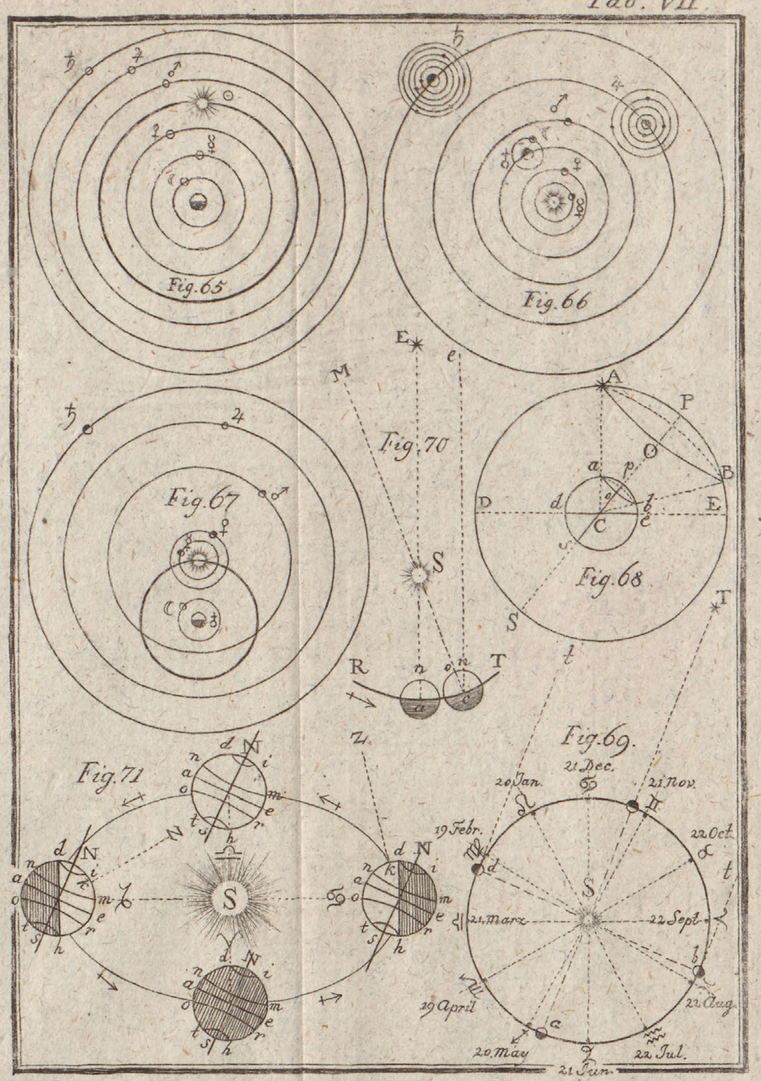
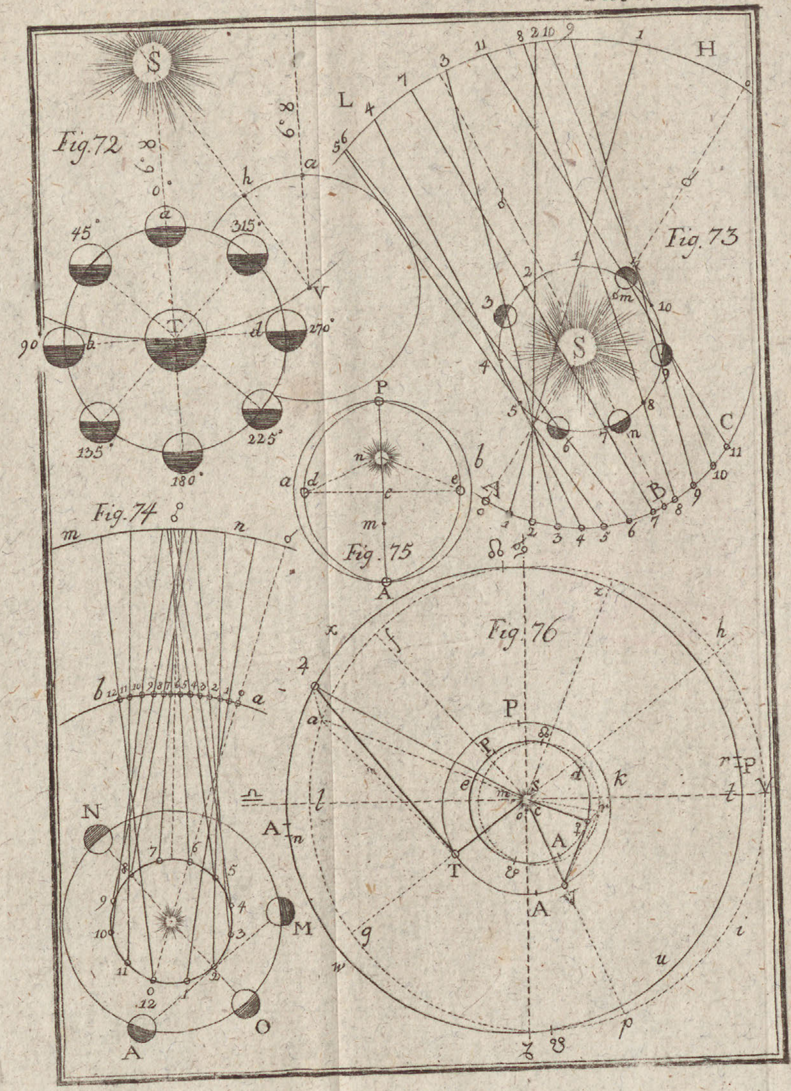


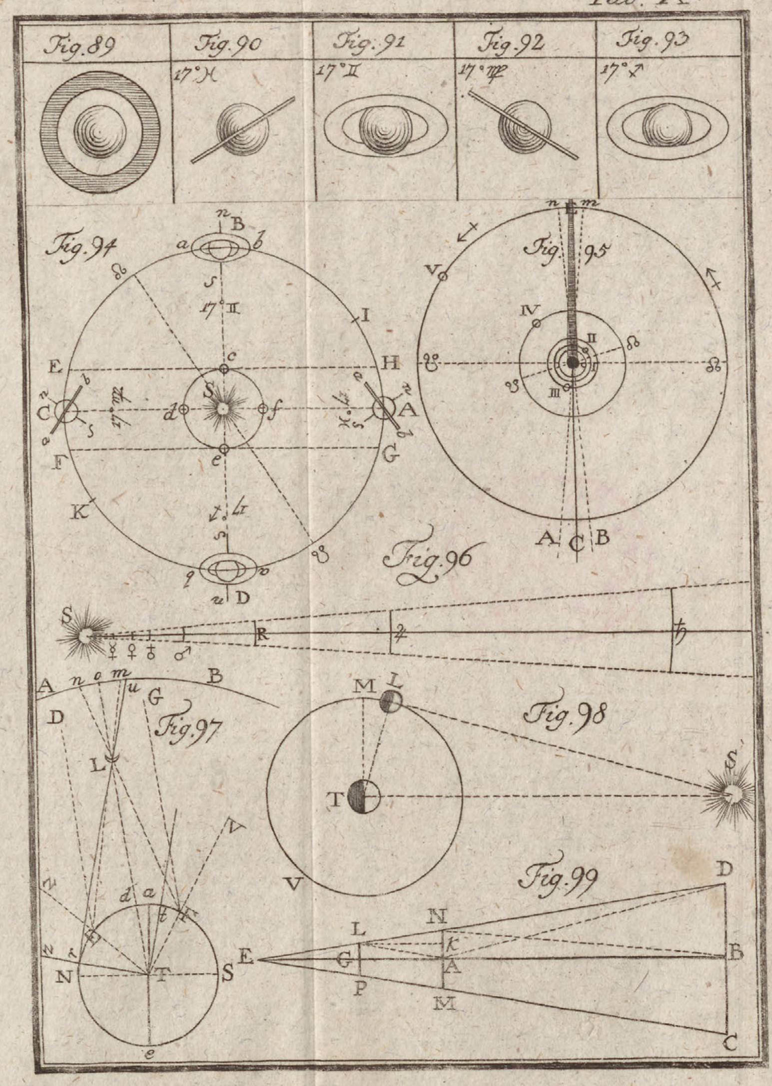
Fig. 65
Fig. 66
Fig. 67
Fig. 68
A
P
O
B
D
E
C
S
T
Fig. 70
M
E
e
S
R
n
T
Fig. 69.
21 Dec.
20 Jan.
21 Nov.
19 Febr.
22 Oct.
S
21 Marz
22 Sept.
19 April
22 Aug.
20 May
22 Jul.
21 Jun.
Fig. 71
N
S




Fig. 72
Fig. 73
Fig. 74
Fig. 75
Fig. 76



Tab. X


Fig. 89
Fig. 90
Fig. 91
Fig. 92
Fig. 93
Fig. 94
Fig. 95
Fig. 96
Fig. 97
Fig. 98
Fig. 99



Tab. IX.

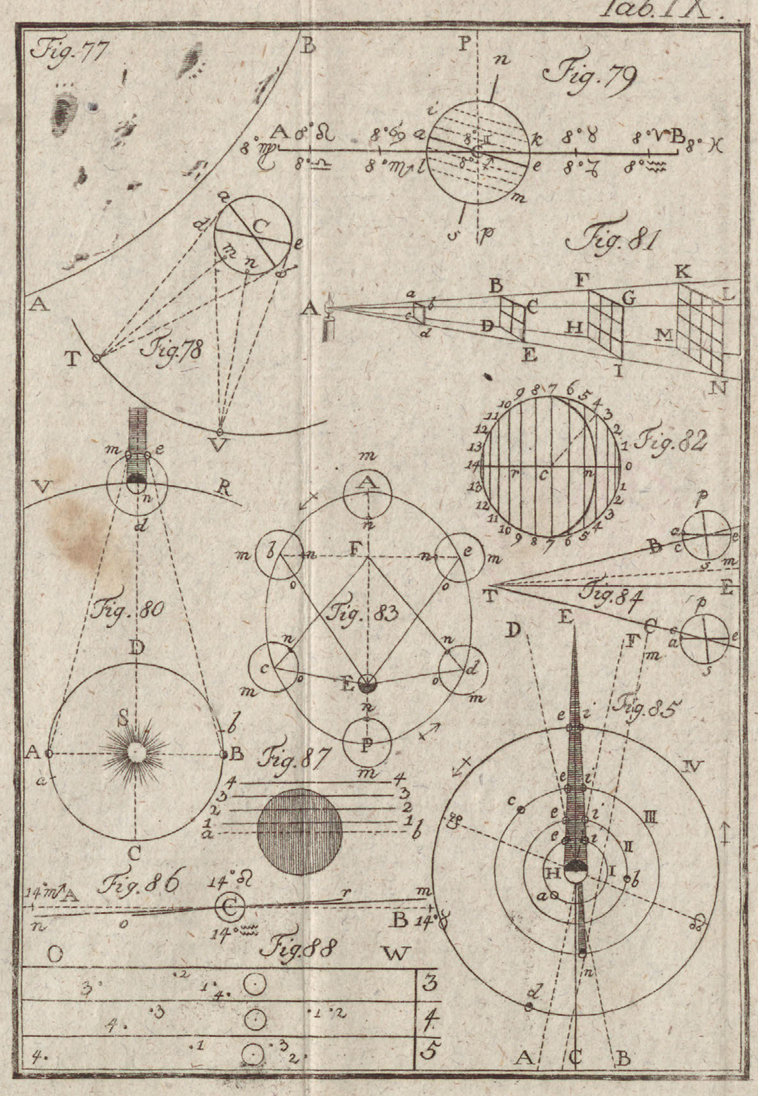


Fig. 77
Fig. 78
Fig. 79
Fig. 80
Fig. 81
Fig. 82
Fig. 83
Fig. 84
Fig. 85
Fig. 86
Fig. 87
Fig. 88



Tab. XI.

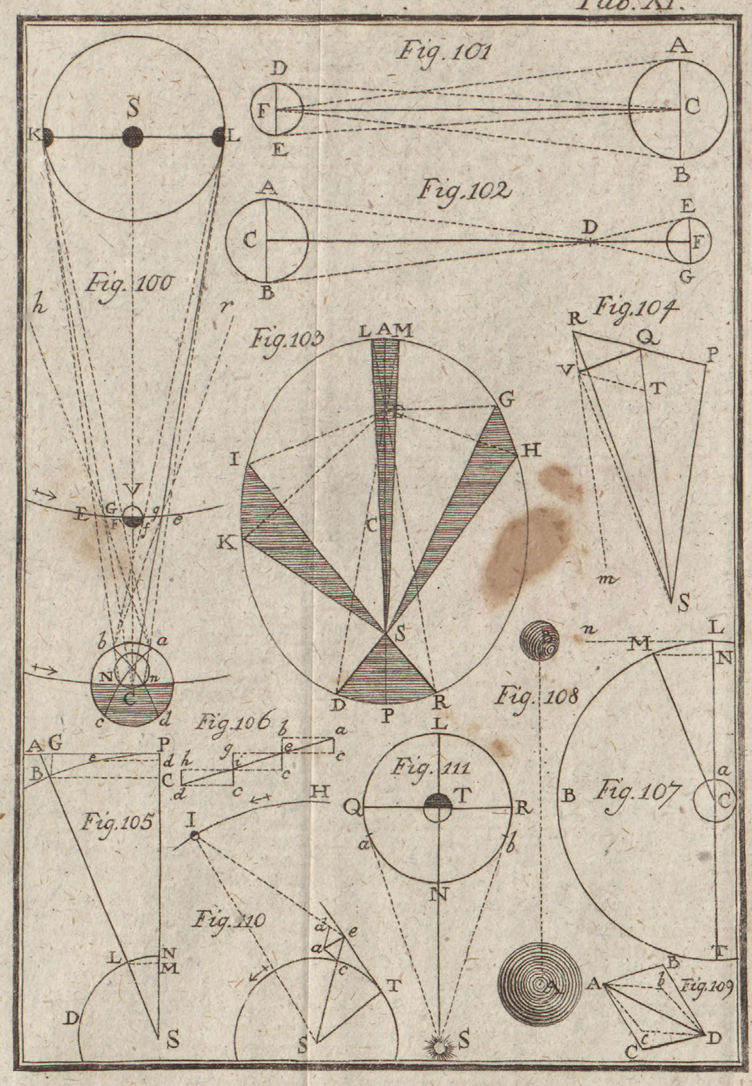
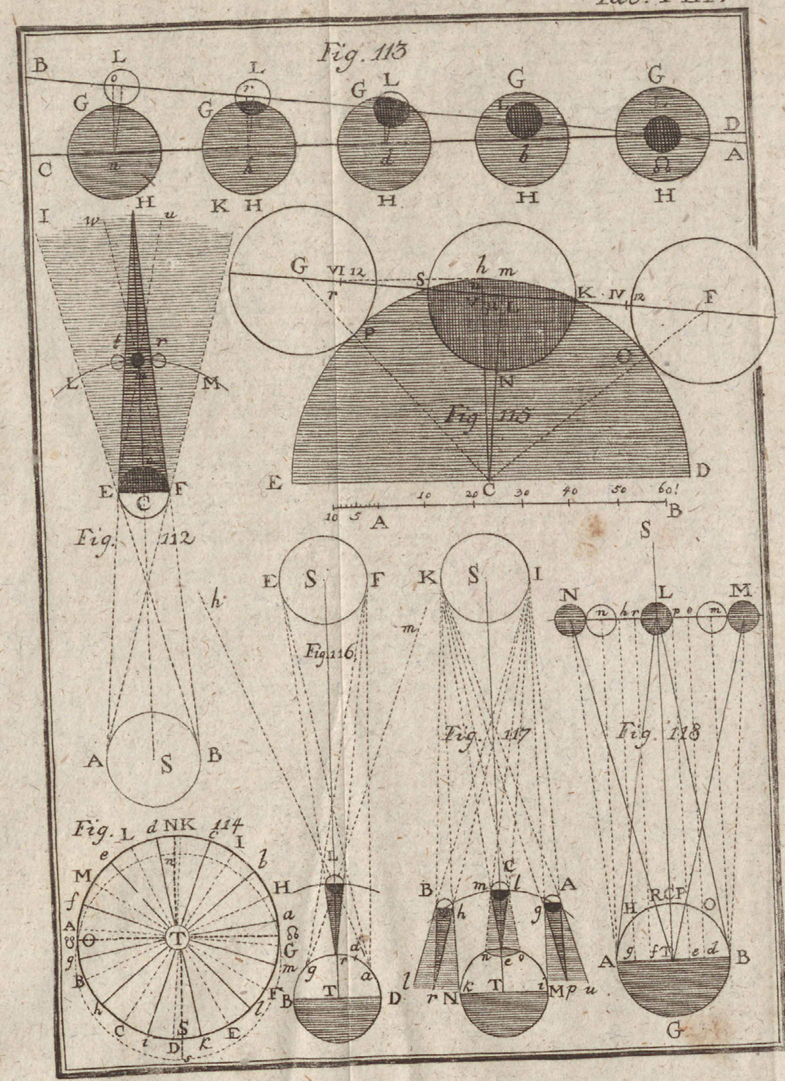


Fig. 100
Fig. 101
Fig. 102
Fig. 103
Fig. 104
Fig. 105
Fig. 106
Fig. 107
Fig. 108
Fig. 109
Fig. 110
Fig. 111

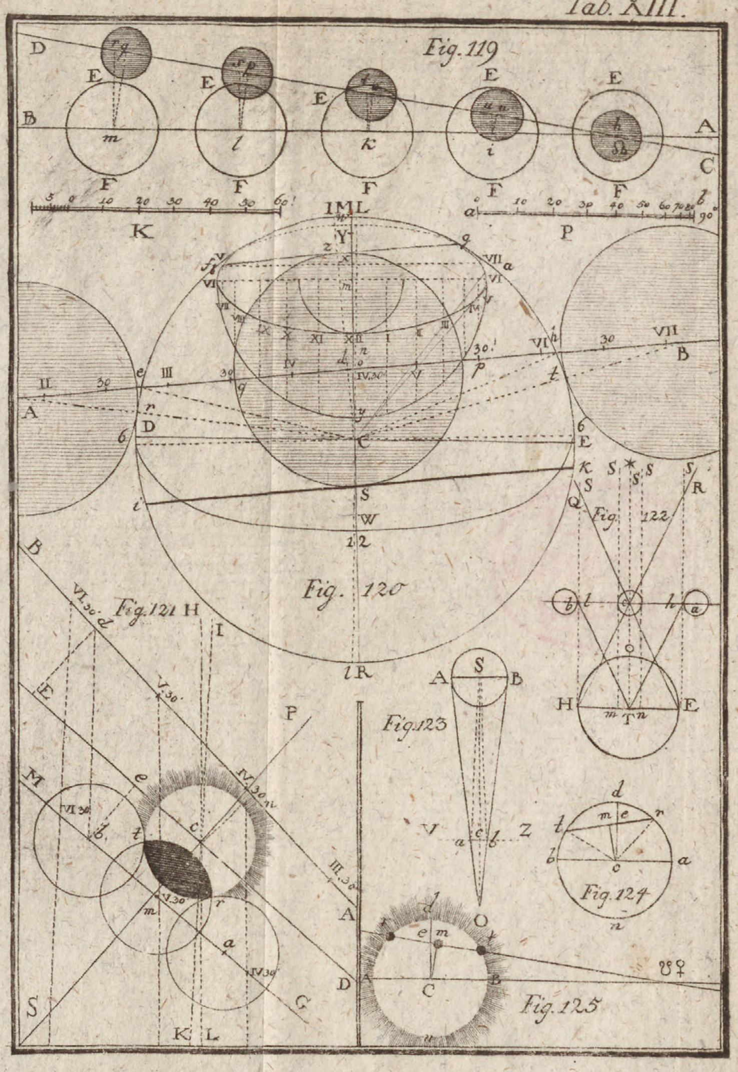


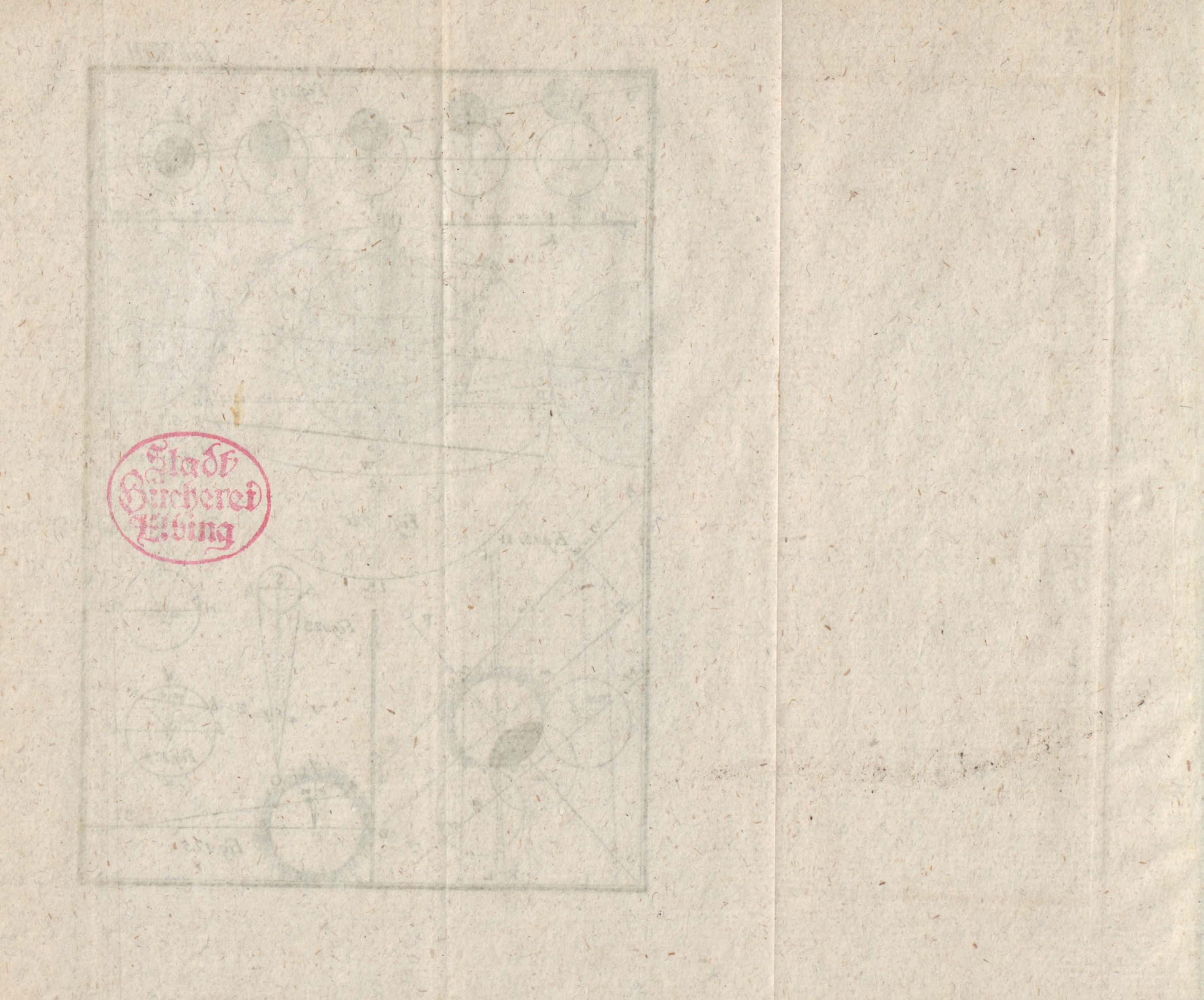
Tab. XII.


Fig. 113
Fig. 112
Fig. 115
Fig. 116
Fig. 117
Fig. 118
Fig. 114
10 5 A 10 20 C 30 40 50 60 B



Tab. XIII.





Tab. XIV.

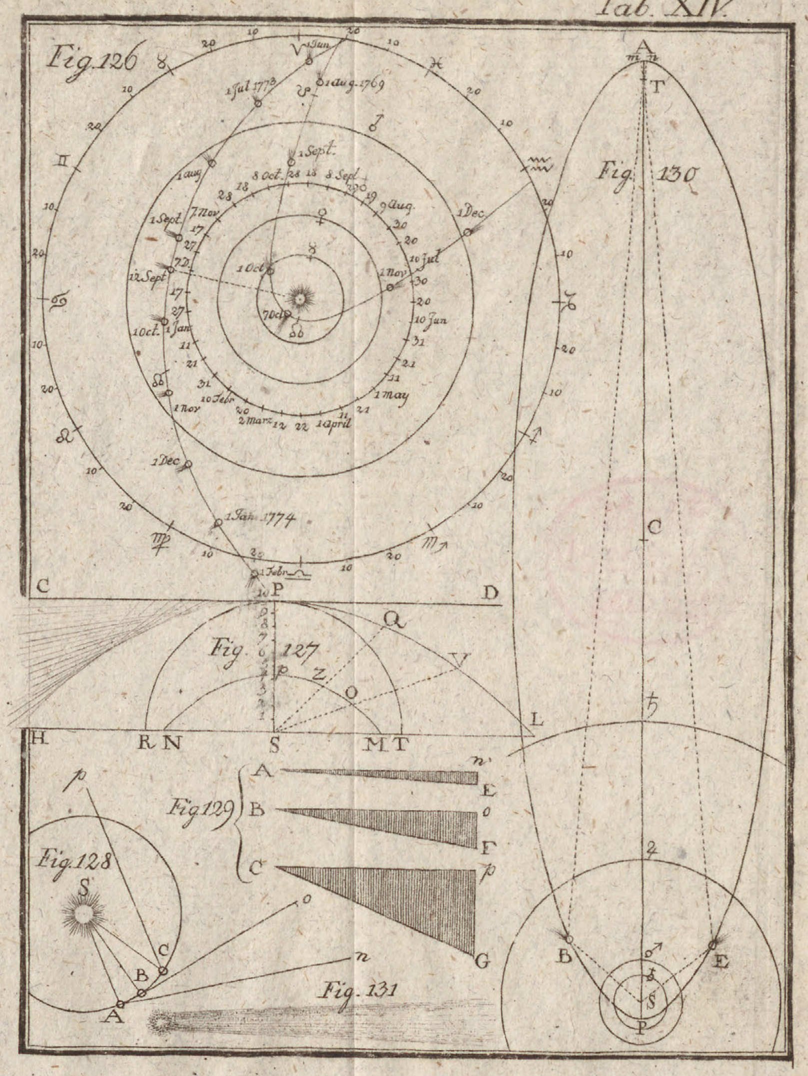
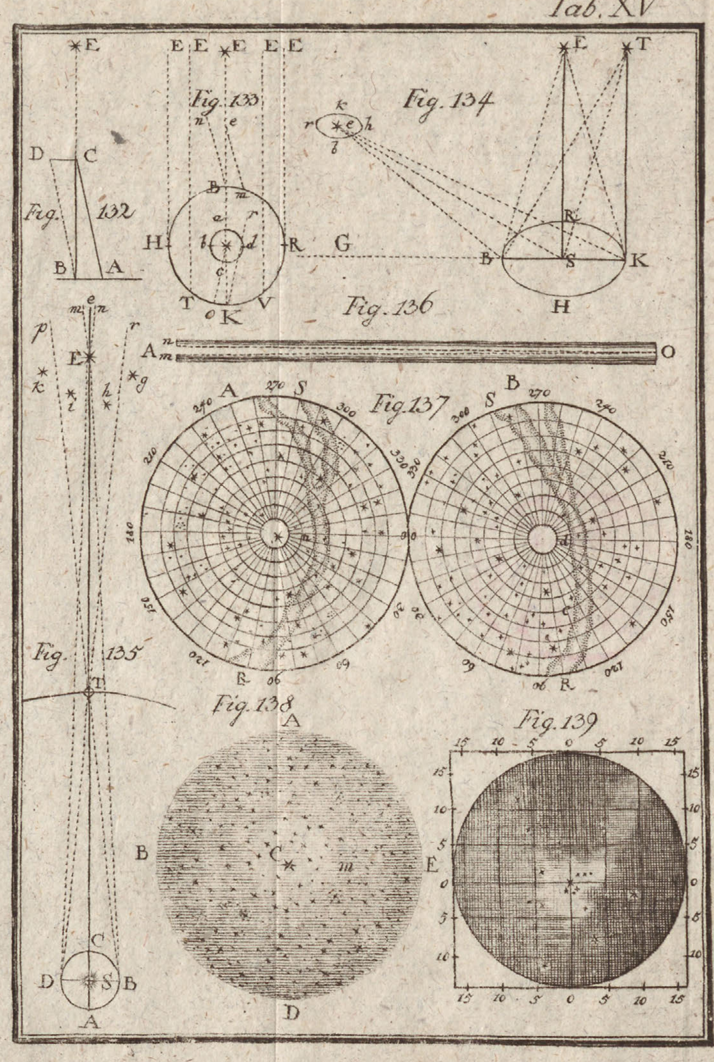


Fig. 126
1 Jul. 1773
1 Aug. 1769
1 Sept.
1 Dec.
1 Oct.
1 Nov.
12 Sept.
1 Jan.
1 Dec.
1 Jan. 1774
1 Febr.
2 Marz
1 April
1 May
10 Jun
10 Jul
9 Aug.
8 Sept.
8 Oct.
7 Nov.
10 Febr.
Fig. 127
C
D
P
Q
V
Z
O
L
H
R
N
S
M
T
Fig. 128
Fig. 129
Fig. 130
Fig. 131



Tab. XV





Tab. XVI.

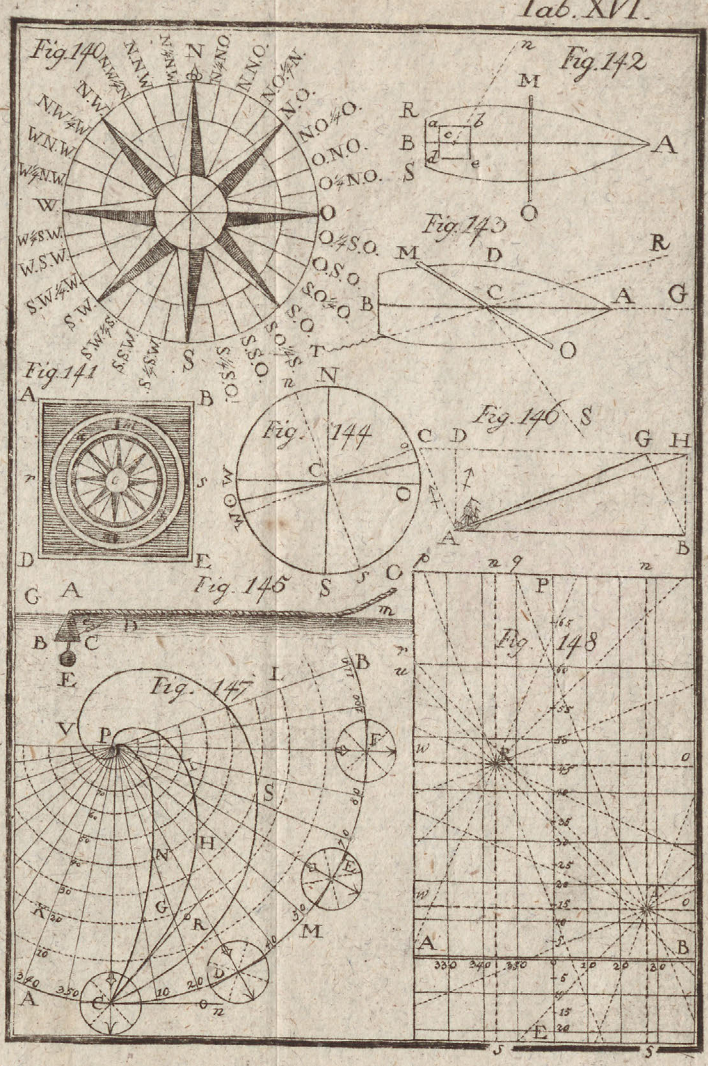


Fig. 140
Fig. 141
Fig. 142
Fig. 143
Fig. 144
Fig. 145
Fig. 146
Fig. 147
Fig. 148



Tab. XVII

Fig. 149

Fig. 150

Fig. 151

Fig. 152

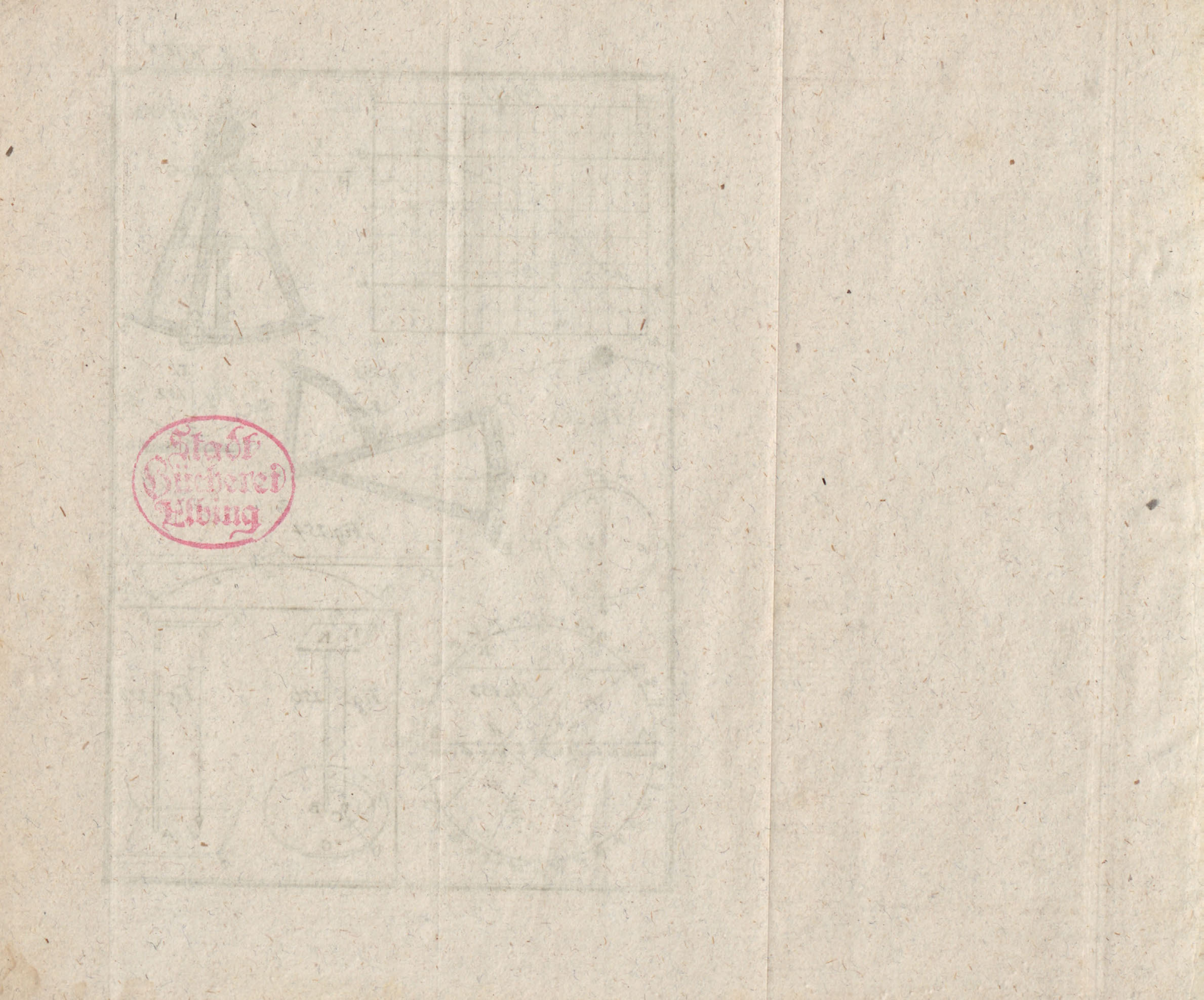
Fig. 153

Fig. 154

Fig. 155

Fig. 156

Fig. 157



Tab. XVIII.

Fig. 158

Fig. 159

Fig. 160

Fig. 161

Fig. 162

Fig. 163

Fig. 164

Fig. 165

Fig. 166



Wolff sc.




V. L.

